

h e d s

Haute école de santé
Genève

Filière Nutrition et diététique

Rue des Caroubiers 25
CH-1227 Carouge

T +41 22 388 34 60
F +41 22 388 34 50

diet.heds@hesge.ch
www.hesge.ch/heds

Alimentation sans gluten : Quels sont les impacts sur le statut en métaux lourds de l'organisme et sur la qualité nutritionnelle des produits ultra- transformés ?

Travail de Bachelor

Joliat Lorena et Schlaeppy Leila

N° matricule : 16871642 et 16871485

Directrice de TBSc : Vernay Lehmann Laurence – Diététicienne ASDD
Chargée d'enseignement HES, Filière Nutrition et diététique

Membres du jury : Bianchi Nicoletta – Diététicienne ASDD
Diététicienne cheffe adjointe au CHUV

Genève, 31 juillet 2019



Hes•SO//GENÈVE
Haute école spécialisée
de Suisse occidentale



Les prises de position, la rédaction et les conclusions de ce travail n'engagent que la responsabilité de ses auteur-e-s et en aucun cas celle de la Haute école de santé Genève, du Jury ou du Directeur-trice de Travail de Bachelor.

Nous attestons avoir réalisé seul-e-s le présent travail, sans avoir utilisé d'autres sources que celles indiquées dans la liste des références bibliographiques.

31 juillet 2019

Joliat Lorena et Schlaeppy Leila

Remerciements

Nous tenons à remercier l'ensemble des personnes qui nous aidées et soutenues durant la création de notre Travail de Bachelor.

Nous remercions particulièrement notre directrice de Travail de Bachelor, Madame Vernay Lehmann Laurence, pour ses précieux conseils, sa bienveillance, son accompagnement et le temps qu'elle nous a consacré.

Nous remercions Monsieur Meister Henri-Armand et Madame Monvert Joliat Dominique pour la relecture attentive de notre travail.

Et finalement, nous remercions Monsieur Bergamo Anthony pour sa contribution dans son aboutissement.

Table des matières

Remerciements	3
Abréviations	5
Résumé.....	6
1. Introduction.....	7
2. Cadre de référence	8
2.1. Le gluten	8
2.2. L'alimentation sans gluten	8
2.3. La médiatisation de l'alimentation sans gluten.....	9
2.4. Les motivations et représentations des consommateurs sans gluten	10
2.5. Le profil type des consommateurs sans gluten	10
2.6. Les métaux lourds et leurs effets sur la santé.....	11
2.7. Les produits ultra-transformés et leurs problématiques	14
2.8. Les différences nutritionnelles entre les produits avec et sans gluten.....	15
2.9. L'industrie alimentaire des produits sans gluten	16
2.10. Les additifs alimentaires	16
3. Définition de l'étude.....	18
3.1. Questions de recherche	18
3.2. But.....	18
3.3. Objectifs	18
3.4. Hypothèses	19
4. Méthodologie	20
4.1. Design.....	20
4.2. Revue de littérature	20
4.3. Analyse de produits industriels	24
5. Résultats.....	28
5.1. Revue de littérature	28
5.2. Analyse de produits industriels	34
6. Discussion.....	40
6.1. Rappel des résultats.....	40
6.2. Mise en perspective par rapport à la littérature	40
6.3. Biais	46
6.4. Limites.....	47
6.5. Points forts	47
7. Perspectives.....	48
8. Conclusion	49
9. Bibliographie.....	50
10. Annexes.....	57

Abréviations

AND	Academy of Nutrition and Dietetics
AOECS	European Coeliac Societies
As	Arsenic
Asi	Arsenic inorganique
BMD	Benchmark dose
Cd	Cadmium
CIRC	Agence de recherche sur le cancer de l'OMS
DFI	Département fédéral de l'intérieur
EFSA	European Food Safety Authority
EPA	Agence internationale de recherche sur le cancer
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Food and Drugs Administration
FRC	Fédération Romande des Consommateurs
Hg	Mercure
Hgi	Mercure inorganique
INRS	Institut national de recherche et de sécurité
JECFA	Comité d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires
kcal	Kilocalorie
kJ	Kilojoules
MeHg	Methylmercure
MeSH	Medical Subjects Headline
OIDAI	Ordonnance du DFI concernant l'information sur les denrées alimentaires
OMS	Organisation mondiale de la santé
OSAV	Office Fédérale de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires
PAHO	Pan American Health Organization
Pb	Plomb
PVC	Polychlorure de vinyle
SSN	Société Suisse de Nutrition
VTR	Valeur toxicologique de référence

Résumé

Introduction : L'alimentation sans gluten constitue le traitement de base de la prise en charge de la maladie cœliaque, de la sensibilité au gluten/blé non cœliaque et de l'allergie au blé. Elle correspond à l'éviction totale du gluten dans l'alimentation. Ces dernières années, influencée par les médias, une partie de la population générale en bonne santé suit ce régime avec plus ou moins de sérieux.

La littérature scientifique se questionne sur l'apport en métaux lourds de cette alimentation. Une exposition excessive peut provoquer une bioaccumulation dans divers organes et engendrer de multiples conséquences sur l'organisme, telles que des troubles cardiovasculaires, des cancers, des altérations rénales et neuronales, etc. En parallèle, l'offre des produits industriels sans gluten ne cesse de se développer en Suisse et dans le monde, ce qui questionne les diététicien(ne)s sur la qualité nutritionnelle de ces produits et des impacts sur la santé.

But : Le but principal de notre travail est de déterminer l'influence d'une alimentation sans gluten sur le statut en métaux lourds de l'organisme, d'analyser les possibles risques sur la santé et de comparer les résultats des études avec les normes des laboratoires et des sociétés savantes. Pour compléter notre recherche, nous avons comparé les différences nutritionnelles quantitatives et qualitatives de quelques produits ultra-transformés avec et sans gluten.

Méthode : Nous avons effectué une revue de littérature sur la problématique des métaux lourds à l'aide des bases de données PubMed, Cinhal et Embase, ainsi qu'une analyse nutritionnelle quantitative et qualitative de onze produits sans gluten et leur équivalent avec gluten.

Résultats : Lors de notre revue de littérature, nous avons retenu sept études transversales. Quatre études ont démontré une augmentation du taux d'arsenic, de mercure, de plomb et de cadmium dans le sang, l'urine et les dents de lait des personnes suivant une alimentation sans gluten. Les trois autres études ont démontré une concentration en arsenic plus importante dans les produits ultra-transformés sans gluten.

L'analyse de produits montre que la totalité des produits sans gluten sont moins énergétiques que leur équivalent avec gluten. La majorité de ces produits sont moins riches en protéines, en lipides, en acides gras saturés et en sel. Les produits sans gluten contiennent majoritairement plus d'ingrédients, plus d'additifs et sont composés fréquemment de riz. Ils sont en moyenne deux fois plus chers que leur équivalent avec gluten et ne sont pas tous disponibles en magasin.

Conclusion : Ce travail a permis de montrer qu'une alimentation sans gluten augmente le taux de métaux lourds sanguin, urinaire et dentaire, tout en restant dans les normes retenues. Toutefois, l'alimentation n'est pas l'unique facteur d'exposition, mais peut placer certaines populations évitant le gluten à un risque plus élevé d'intoxication.

Les produits ultra-transformés sans gluten suisses présentent des différences nutritionnelles par rapport à leur équivalent avec gluten mais elles restent faibles et influencent peu la qualité nutritionnelle.

Pour conclure, nous ne recommandons pas une alimentation sans gluten sans raison médicale, car le risque augmenté d'intoxication aux métaux lourds par l'alimentation s'ajoute aux facteurs intra-individuels et environnementaux.

Mots clés : Régime sans gluten, métaux lourds, risques pour la santé, produits ultra-transformés, qualité nutritionnelle

1. Introduction

Le gluten est une protéine complexe présente dans le blé, l'orge et le seigle. Depuis plusieurs années, il est présenté comme étant la cause de troubles digestifs et de diverses maladies (1). Le régime sans gluten correspond à l'éviction totale du gluten de l'alimentation et il est l'unique traitement de la maladie cœliaque, de la sensibilité au gluten/blé et de l'allergie au blé. Avec les années, cette alimentation s'est popularisée dans le grand public sous l'influence de sa surmédiation par les médias et les célébrités. De ce fait, on observe une augmentation du nombre de personnes suivant ce régime sans problèmes de santé objectivés.

Les diététicien(ne)s jouent un rôle important dans la mise en place d'une alimentation sans gluten et permettent un suivi, évitant ainsi les déséquilibres possibles liés à l'adoption de cette alimentation. Les professionnels de la nutrition ont aussi, dans une moindre mesure, le rôle d'informer la population non-cœliaque (population "saine") suivant un régime sans gluten sur les bénéfices et les risques que cela pourrait engendrer. La littérature scientifique se questionne notamment sur l'apport en métaux lourds des produits sans gluten ainsi que sur la qualité nutritionnelle de ces produits qui sont en expansion depuis plusieurs années.

Les métaux lourds sont des éléments chimiques naturellement présents dans l'environnement. Certains sont essentiels au fonctionnement de l'organisme, tels que le zinc et le fer, tandis que d'autres, tels que l'arsenic, le mercure, le plomb et le cadmium peuvent causer des effets délétères pour la santé. Les populations sont exposées aux métaux lourds pour de multiples raisons : l'alimentation, les eaux contaminées, la proximité de mines, les tuyauteries en plomb, les plombages dentaires constituent quelques exemples connus de facteurs d'exposition.

Nous allons commencer par présenter et définir les éléments importants d'une alimentation sans gluten, des métaux lourds et les caractéristiques des produits ultra-transformés. Puis, nous allons effectuer une revue de littérature et une analyse de onze produits sans gluten versus avec gluten. Nous discuterons des différents résultats obtenus, présenterons les biais, les limites et les points forts de ce travail ainsi que les perspectives pour la profession de diététicien(ne).

2. Cadre de référence

2.1. Le gluten

Selon l'Encyclopédie Larousse (2) : *“Le gluten est la partie protéique de la farine des céréales, substance visqueuse jouant un rôle important dans le gonflement de la pâte lors de la fabrication du pain”*. C'est un complexe protéique présent dans le blé (ou le froment ou l'épeautre), le seigle et l'orge (3). Il est possible d'en trouver des traces dans l'avoine par contamination durant la production (4).

Le gluten est un ensemble de protéines reliées entre elles par des liaisons covalentes disulfures, non covalentes et par des interactions hydrophobes. Il est constitué majoritairement de protéines (75-80%) mais également de glucides (15-17%), de lipides (5-8%) et de minéraux (0.6-1.2%) (5).

Le gluten est une association de plusieurs prolamines, dont principalement :

- La gliadine : protéine riche en sous-protéines solubles dans l'alcool. Elle est composée de 4 sous-unités, dont l' α -gliadine qui aurait les effets les plus délétères pour l'organisme et qui serait la cause de la maladie cœliaque (6)
- La gluténine : protéine insoluble dans l'eau. Elle est caractérisée par un poids moléculaire important (500-10'000 kDa). Elle apporte l'élasticité aux produits boulangers (7).

Le rôle du gluten est de fournir du volume, de l'élasticité et une texture moelleuse aux produits de boulangerie (3). Lorsque la farine est pétrie, l'eau va hydrater les protéines de gluten. Cela crée des liaisons entre les protéines et les autres molécules. La gluténine forme des liaisons covalentes disulfures, ce qui va apporter l'élasticité au produit. La gliadine forme des liaisons non covalentes intermoléculaires, ce qui va apporter la viscosité et l'extensibilité au produit. Ces liaisons créent une structure autour de bulles de CO₂, ce qui va permettre le gonflement de la pâte (2, 5).

La consommation de gluten dans la population occidentale est importante (10-20 g/jour). Ceci est expliqué par son utilisation fréquente dans la fabrication de produits industriels. En effet, le gluten a une faible teneur énergétique, il facilite la cuisson par sa capacité à maintenir l'air dans les protéines et il améliore les caractéristiques organoleptiques des produits (élasticité, texture, etc.) (6). Selon l'article 11 de l'Ordonnance du DFI concernant l'information sur les denrées alimentaires (2017) (8), le gluten doit être mentionné sur l'emballage s'il a été ajouté dans le processus de fabrication mais également si la teneur naturelle du produit dépasse 200 mg par kilogramme ou par litre de la denrée alimentaire prête à consommer.

L'intestin humain n'est pas capable de métaboliser entièrement le gluten. Des peptides restent intacts dans la lumière intestinale, ce qui rend sa digestion difficile (6). Dans la sous-muqueuse de l'intestin grêle, l'enzyme transglutaminase 2 va éliminer les peptides du gluten, ce qui va provoquer, chez les patients cœliaques une réaction inflammatoire (6,9).

2.2. L'alimentation sans gluten

Le régime sans gluten est l'éviction totale du gluten dans l'alimentation quotidienne. C'est un traitement médical appliqué dans trois cas particuliers : la maladie cœliaque, la sensibilité au gluten/blé non cœliaque et l'allergie au blé (6). Les céréales contenant du gluten doivent être éliminées et remplacées par des équivalents (ex : riz, millet, maïs, etc.), afin de maintenir un apport en glucides complexes suffisants.

Le gluten est présent dans de nombreux produits manufacturés ; l'apprentissage de la lecture des étiquettes est essentiel. Il faut faire attention notamment aux pains, biscuits, gâteaux, pâtisseries, pâtes, sauces, soupes, etc. (3). Ces dernières années, la gamme de produits ultra-transformés sans gluten ne cesse de croître. Les farines de blé sont remplacées par des farines ne contenant pas de gluten, comme la farine de riz.

La nomination du gluten dans les produits peut être méconnue et complexe (exemple : amidon de blé modifié). Son identification dans la liste des ingrédients nécessite certaines connaissances nutritionnelles. L'association cœliaque du Royaume-Uni a créé le label *“épi de blé barré”* garantissant l'absence de gluten dans les produits industriels. Depuis 1995, le logo est certifié et protégé par l'Association of European Coeliac Societies (AOECS). Il permet au consommateur de sélectionner plus rapidement les produits et facilite l'application du régime dans le quotidien. Il est cependant conseillé de favoriser au maximum les aliments naturels et les préparations maisons (10, 11).

Le *Codex Alimentarius* régleme la teneur en gluten des produits industriels. L'ordonnance du DFI concernant l'information sur les denrées alimentaires (OIDAI) a adopté la même réglementation. Il stipule qu'une denrée alimentaire peut porter l'indication “sans gluten” si la teneur en gluten ne dépasse pas 20 mg/kg ou l'indication “très faible teneur en gluten” si la teneur en gluten n'est pas supérieure à 100mg/kg ou qu'elle contient du blé, seigle, orge ou avoine dont la teneur en gluten a été réduite par des transformation (8, 12).

2.3. La médiatisation de l'alimentation sans gluten

Depuis quelques années, le régime sans gluten apparaît en abondance dans les médias tels que les journaux, internet et la télévision. Les messages véhiculés sont axés principalement sur la perte de poids et la réduction des troubles digestifs. Ces sources d'informations influencent une partie de la population et les conseils ne sont malheureusement pas toujours basés sur la littérature scientifique. De plus, des nombreuses célébrités pratiquent ce régime, l'encouragent et l'affichent sur les réseaux sociaux (13). Ce modèle alimentaire est largement pratiqué et populaire aux Etats-Unis d'avantage que le régime “sans graisse” et le régime “sans sucre” (14).

Par ce biais, on observe une augmentation importante du nombre de personnes en santé qui entreprennent ce type d'alimentation dans divers buts (digestif, perte de poids, etc.). Une étude américaine de C. Bulka et al. (14) a montré que le régime sans gluten est de plus en plus considéré aux Etats-Unis. En effet, il a été démontré que moins de 1% des adeptes au régime sont diagnostiqués cœliaques et il est mentionné que 25% de la population américaine exprime avoir une alimentation sans gluten, soit une hausse de 67% depuis 2012. Une autre étude américaine de M.J Christoph et al. (15) a démontré que les personnes pratiquant cette alimentation ont tendance à se diriger, selon eux, vers une alimentation “plus saine”, notamment en diminuant les produits industriels. Il est donc difficile d'attribuer la diminution des symptômes uniquement à l'absence de gluten, car l'ensemble de la qualité de l'alimentation peut être modifiée (ex : plus de légume, plus de fibres, moins de graisses...) et peut avoir un impact globalement bénéfique sur la santé.

Les entreprises alimentaires telles que la Migros ou la Coop ont élargi leur gamme de produits sans gluten et mentionnent que “L'offre de produits alimentaires sans gluten n'a cessé d'augmenter ces dernières années” (Annexe I). Les magasins alimentaires en ligne génèrent de la publicité, ce qui facilite l'accès aux produits sans gluten à l'aide d'onglets spécifiques “Sans gluten” (16). Certaines entreprises alimentaires font de la promotion pour ces gammes d'aliments en proposant des concours ayant comme gain « un produit sans gluten » (17).

Un article dans le journal "le Temps" du 3 novembre 2014 a publié que le label « Aha ! » a enregistré une croissance exceptionnelle des ventes de 28,3% en 2013. En effet, le chiffre d'affaires a presque doublé entre 2011 et 2013. De plus, la Fédération romande des consommateurs a dénoncé l'effet de mode lié à plusieurs célébrités qui affirment se porter à merveille depuis leur renoncement au gluten (18).

D'autres canaux de communication sont impliqués dans la médiatisation de l'alimentation sans gluten. Ces dernières années, plusieurs ouvrages sont sortis sur le thème du gluten ayant comme objectif de "blâmer les céréales modernes" tel que le blé (18). Le livre "Wheat Belly" écrit par le cardiologue William Davis (19) accuse les céréales modernes de modifier le microbiote intestinal et d'influencer le taux de glycémie et ainsi d'être responsables de l'obésité, du diabète, des maladies inflammatoires, des troubles digestifs, de la dépression, etc. Il n'y a cependant pas assez de preuves scientifiques qui démontrent ces constatations.

2.4. Les motivations et représentations des consommateurs sans gluten

Une récente étude de L. Perrin et al. (20) a montré que la population excluant partiellement ou totalement le gluten opte pour cette alimentation principalement pour le bien-être. Les motivations secondaires sont le goût, les effets à long terme sur la santé et l'hypersensibilité au gluten non cœliaque. Cette étude montre également que le profil du mangeur sans gluten est une personne globalement plus saine, consommant davantage "de fruits et de légumes et peu de produits gras et/ou salés, de viande et d'alcool ce qui souligne la cohérence avec l'intérêt pour la santé.

Un article apparu dans la Revue Médicale Suisse explique que d'autres consommateurs utilisent cette alimentation pour traiter des troubles psychiatriques ou même pour améliorer les performances sportives mais il n'y a pas encore suffisamment d'études pouvant affirmer ces effets (21). La littérature grise montre que cette alimentation est également mise en avant pour ses vertus amincissantes, pour aider à la digestion et pour réduire les troubles digestifs (22).

En 2015, une étude a été effectuée aux Etats-Unis sur les motivations à manger sans gluten, 35% ont sélectionné la réponse pour "Aucune raison" suivi de 26% pour l'option "Plus sain", 19% ont répondu pour "La santé digestive", 10% pour "Un membre de ma famille a une sensibilité au gluten" et 8% pour "Je suis sensible au gluten" (23).

2.5. Le profil type des consommateurs sans gluten

Le traitement unique à la maladie cœliaque se caractérise par l'exclusion totale du gluten dans l'alimentation. Seul 1% de la population suisse est concerné (24). En France, lors de la journée mondiale de la maladie cœliaque, une étude a montré que 8% de des Français mangent sans gluten pour diverses raisons. Ces consommateurs sont la plupart du temps atteints de la maladie cœliaque, d'hypersensibilité au gluten ou souffrent d'une pathologie auto-immune. (25).

Les femmes sont plus nombreuses à avoir une alimentation sans gluten, elles représentent 63% contre 37% chez les hommes. Ces chiffres s'expliquent par le fait que les maladies auto-immunes sont influencées par les changements hormonaux par exemple la grossesse et la ménopause (25).

Les consommateurs sans gluten ne sont pas tous issus de famille aisée, en effet 36% de cette population habite dans des communes de moins de 100'000 habitants et ne proviennent donc

pas de grandes villes. Parmi eux 94% mangent sans gluten à la suite d'un diagnostic médical et 6% par effet de mode (25).

Une autre étude montre que les personnes excluant le gluten sont le plus souvent "des femmes, âgées, non fumeuses, consommant peu d'alcool, physiquement actives, ayant des enfants et un faible niveau d'éducation" (20).

Les chiffres présentés ci-dessus ne se basent pas sur des études scientifiques, mais sur une enquête statistique basée sur 1500 français (25).

2.6. Les métaux lourds et leurs effets sur la santé

Selon le dictionnaire de l'environnement (26), *"Un métal est une matière, issue le plus souvent d'un minéral ou d'un autre métal. Il est un bon conducteur de chaleur et d'électricité. On appelle en général métaux lourds les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes, les métaux caractérisés par une masse volumique élevée, supérieure à 5 grammes par cm³".*

Ils sont naturellement présents dans les sols, les eaux et la croûte terrestre. Ils s'accumulent dans les plantes, puis dans les animaux, avant de se retrouver dans nos assiettes. L'exposition de la population aux métaux lourds se fait par la consommation d'aliments contaminés mais également par l'eau et/ou l'air. Le corps humain n'est pas capable de dégrader ces éléments, ce qui peut provoquer une bioaccumulation et mener à une intoxication (27).

Depuis plusieurs années, les métaux lourds sont utilisés de manière exponentielle dans l'industrialisation, ce qui provoque une exposition élevée de la population et par conséquent augmente la prévalence d'effets néfastes sur la santé (27).

Plusieurs études ont montré un lien entre une alimentation sans gluten et les métaux lourds. Une étude américaine faite en 2018 observe une augmentation significative du mercure total, du plomb et du cadmium dans le sang, ainsi que de la concentration d'arsenic total dans l'urine chez les personnes avec un régime sans gluten, en comparaison à une alimentation traditionnelle avec gluten (28).

L'arsenic, le mercure, le plomb et le cadmium sont des éléments ubiquitaires, c'est-à-dire qu'ils sont omniprésents dans l'environnement (29). L'exposition alimentaire principale des Hommes à ces métaux se fait par des aliments tels le poisson et le riz. Les hypothèses scientifiques supposent que les personnes suivant un régime sans gluten ont une consommation plus importante en riz et produits à base de riz, notamment dans les produits industriels sans gluten, où la farine de riz est très exploitée (28).

Les conséquences d'apport excessif en métaux lourds

Certains métaux, tels que le zinc ou le fer, sont essentiels au corps humain, tandis que d'autres, comme le mercure ou le plomb, ne sont pas indispensables et peuvent provoquer des effets néfastes sur la santé, même à faible dose. Avec une alimentation équilibrée, les apports alimentaires en métaux lourds restent inférieurs aux valeurs de référence, cependant certains groupes, comme les enfants ou les personnes suivant un régime sans gluten risquent plus de dépasser ces valeurs dont la marge de sécurité reste faible (29).

Une exposition continue aux métaux lourds provoque une bioaccumulation dans divers organes (cœur, reins, foie et cerveau). Ils interagissent avec des éléments du corps, tels que

l'oxygène et les chlorures et provoque la création de radicaux libres, donc un déséquilibre. Le stress oxydatif endommage finalement les protéines et l'ADN (27,29).

Les métaux lourds peuvent perturber le fonctionnement des organes, l'activité de certaines enzymes et hormones essentielles et de provoquer, à long terme, des troubles cardiovasculaires, des altérations neuronales et rénales, du diabète et augmenter le risque de cancer (27).

L'arsenic

L'arsenic (As) est un métal présent naturellement dans les sols et les organismes vivants. On le trouve sous forme organique et inorganique (Asi). La forme inorganique est hautement toxique pour l'être humain. L'Agence internationale de recherche sur le cancer (EPA) et l'agence des substances toxiques et du registre des maladies l'ont classé comme étant une substance cancérigène pour l'Homme. Les effets de la forme organique sont, quant à eux, peu connus. Cette dernière est, tout de même, considérée comme potentiellement cancérigène et toxique par les institutions scientifiques (29,30).

L'arsenic est principalement présent dans le riz, le poisson, les algues, les crustacés et les mollusques. Il est également présent dans les produits pour nourrissons, dans l'eau contaminée et dans les produits phytosanitaires (29, 30).

Le riz est l'une des sources principales d'arsenic inorganique. La U.S. Food and Drugs Administration (FDA) (31) a analysé, en 2016, le taux d'arsenic présent dans mille trois cents quarante-trois marques de grains de riz et produits à base de riz. La totalité des produits contenait de l'arsenic inorganique, dont un tiers en quantité importante ($>4\mu\text{g}/\text{portion}$). Ces résultats posent la question quant aux potentiels risques que cela peut avoir sur la santé des consommateurs réguliers et des populations à risque, comme les enfants, les femmes enceintes et les personnes suivant un régime sans gluten (30). Dans les produits industriels sans gluten, le blé est majoritairement remplacé par du riz ce qui en augmente la consommation de ces populations et les fait basculer dans une classe à risque de surexposition à l'arsenic.

Les risques liés à un apport excessif en arsenic sont des troubles gastro-intestinaux, une atteinte du système cardiovasculaire et du système nerveux, une mélanose, des lésions de la masse osseuse et une encéphalopathie. Une étude a montré que des personnes présentant une concentration excessive en arsenic avaient un taux de mortalité plus élevé lié au cancer (27, 29, 30). On observe également une augmentation du risque de kératose, de cancer de la peau, de la vessie et du poumon, une altération de la fonction intellectuelle et une augmentation du risque de bronchectasies et de diabète (30). L'arsenic a la capacité de traverser le placenta, ce qui augmente les risques d'une insuffisance pondérale à la naissance, d'un avortement spontané et de mortalité infantile (30).

L'European Food Safety Authority (EFSA) a établi la dose tolérable d'exposition à l'arsenic inorganique à 0.3 à 0.8 μg / kg de poids corporel par jour pour des consommateurs moyens (32). Les doses pour la forme organique n'ont pas pu être définies, mais la toxicité semble moindre (29).

La valeur sanguine maximale tolérée est de 10.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ et la valeur urinaire de référence est de maximum 25 $\mu\text{g}/\text{L}$ ou 50 $\mu\text{g}/24\text{h}$ (33).

Le mercure

Le mercure (Hg) est omniprésent dans l'environnement. Il se trouve sous forme organique ou inorganique (Hgi). La forme organique est plus toxique pour l'Homme, car elle est absorbée à 80-95%, tandis que la forme inorganique est absorbée à 10-15%. Comme l'arsenic, le mercure s'accumule dans les aliments et dans l'environnement.

Le poisson est la source principale de mercure et notamment de méthylmercure (MeHg) qui est la forme la plus toxique. Le mercure est modifié par des micro-organismes aquatiques en MeHg. Il s'accumule dans la chair des poissons prédateurs (>1mg/kg). Le MeHg a des effets néfastes sur le cerveau du fœtus. Cela entraîne une altération des fonctions sensorielles, de la motricité, de la mémoire, de la capacité cognitive et de l'attention (29, 34, 35).

Les risques d'un apport excessif en mercure total sont des troubles immunitaires, des altérations rénales, des troubles neurologiques, des atteintes de la mémoire, des capacités cognitives, de l'attention et des atteintes sensorielles (altération de la vue et de l'ouïe) (29, 34).

L'EFSA a établi la dose d'exposition hebdomadaire tolérable à 4 µg/kg de poids corporel pour le mercure et 1.3 µg/kg de poids corporel pour le méthylmercure (35).

La valeur sanguine maximale tolérée est de 5.0 µg/L et la valeur urinaire de référence est de maximum 2.5 µg/L (33).

Le plomb

Le plomb (Pb) est un métal lourd présent dans l'environnement majoritairement sous forme inorganique. La pénétration intestinale est de 5-10% et les causes d'intoxication majeures sont l'inhalation de particules contaminées, les conserves, la pollution environnementale et l'alimentation. Les sources alimentaires principales chez l'adulte sont le poisson, les boissons alcoolisées, les pains et produits dérivés, les produits issus de la chasse et l'eau. Chez l'enfant, l'apport principal vient du lait (29).

Lors de son ingestion, le plomb inhibe les actions du calcium et interagit avec des protéines. Il engendre également un stress oxydatif. Ces deux aspects sont les principaux mécanismes de toxicité du plomb. L'action de certaines enzymes est inhibée et provoque une altération de l'ADN (27).

Les risques d'un statut excessif en plomb dans l'organisme sont des néphropathies, neuropathies, réduction de la mémoire, hypertension artérielle, carences en vitamine D et une augmentation du risque de développer un cancer (27, 29). Les organes cibles sont le système nerveux et le squelette à cause des carences en vitamine D et de l'altération de la fabrication des globules rouges (27).

Lors d'exposition de la mère durant la grossesse, le plomb va s'accumuler dans le cerveau du fœtus et provoquer des anomalies du développement cérébral. Les capacités cognitives de l'enfant seront diminuées (27, 29)

L'EFSA a établi trois valeurs toxiques de références (36) :

- BMDL10¹ de 0.63 µg/kg de poids corporel par jour pour les effets néphrotoxiques

¹ BMDL : Selon Département Santé Environnement Travail – Rennes « *Limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % de la BMD.*

Benchmark dose (BMD) : dose qui provoque une réponse populationnelle (incidence de pathologie) ou biologique (variable continue) spécifiée obtenue par modélisation statistique de la relation dose-

- BMDL01¹ de 1.5 µg/kg de poids corporel par jour pour les effets cardiovasculaires et pour les enfants et les femmes enceintes
- BMDL01¹ de 0.5 µg/kg de poids corporel par jour pour les effets neurotoxiques

Les valeurs sanguines de référence sont de maximum 50 µg/L entre 0 et 18 ans et maximum 100 µg/L entre 18 et 150 ans. La valeur urinaire de référence est de maximum 1.0 µg/L (33).

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), il n'existe aucun seuil sous lequel le plomb est inoffensif (37).

Le cadmium

Le cadmium (Cd) est un métal lourd, étroitement associé au zinc. Il est présent naturellement dans le sol et est fortement bioaccumulé dans les végétaux. L'utilisation d'engrais phosphorés et les rejets industriels augmentent considérablement la concentration de cadmium des sols (29).

L'exposition au cadmium se fait par la pollution environnementale, l'inhalation active ou passive de tabac et l'alimentation. Il est présent principalement dans les mollusques, les crustacés et les abats, mais également, en plus faible concentration, dans les légumes, les céréales et les racines riches en amidon (29, 38).

Le cadmium est utilisé dans divers produits industriels pour protéger certains supports de la corrosion et pour stabiliser le polychlorure de vinyle (PVC) qui est utilisé comme lubrifiants, stabilisants, plastifiants, etc. (39). Par ce fait, on le retrouve dans des produits tel que les écrans de télévision, les colorants, les peintures, les piles rechargeables, etc. (40).

Malgré une faible absorption intestinale (5-10%), une exposition excessive au cadmium va avoir des impacts néfastes sur les reins, le squelette et l'appareil respiratoire. Il est classé par l'OMS comme cancérigène pour l'Homme (38). Les risques sont la survenue de néphropathies, de neuropathies chez l'enfant, de cancer de la prostate et du sein, du diabète de type II et une diminution de l'absorption du calcium (27, 29).

L'EFSA a établi la valeur toxicologique de référence (VTR) à 2,5 µg/kg de poids corporel par semaine (41). La VTR est rarement dépassée. Cela représente <1% chez les adultes. Néanmoins, les enfants sont plus à risque de toxicité au cadmium. La VTR est dépassée chez 15% des enfants de moins de trois ans (29).

Les valeurs sanguines de référence sont de maximum 1.0 µg/L et 2.0 µg/L pour les fumeurs. La valeur urinaire de référence est de maximum 0.5 µg/L (33).

2.7. Les produits ultra-transformés et leurs problématiques

Depuis 2009, une classification est proposée pour comparer et informer le degré de transformation des aliments. Cette classification nommée NOVA a été élaborée par le brésilien Carlos Monteiro et son équipe de recherche. Elle a été approuvée et reconnue par la Food and Agriculture Organization (FAO) et la Pan American Health Organization (PAHO). Il existe 4 groupes de niveau de transformation :

réponse à partir de données expérimentales ou épidémiologiques ; il s'agit généralement de la borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % de cette dose. Le terme peut être traduit pas « dose repère » en français mais il n'existe pas de consensus sur cette traduction. » (42)

Groupe 1 : Aliments non transformés ou transformés minimalement

Groupe 2 : Ingrédients culinaires transformés

Groupe 3 : Aliments transformés

Groupe 4 : Produits alimentaires et boissons ultra-transformés

Des limites sont à prendre en compte. Par exemple, la classification NOVA ne tient pas compte de la qualité nutritionnelle du produit et ne fait pas de différence entre un produit fait maison et un produit industriel. De plus, cela ne convient pas aux repas préparés en restaurants, ni aux assaisonnements (43, 44, 45).

Les produits transformés ou ultra-transformés, qui nous intéressent ici, font partie du troisième et quatrième groupe. La définition la plus récente des aliments ultra-transformés date de 2017 et présente ces produits comme “des formulations industrielles élaborées, contenant au minimum 5 ingrédients tels que des graisses, du sucre, du sel et surtout des additifs non utilisés en cuisine domestique, destinés à imiter les propriétés naturelles des aliments bruts ou à masquer des saveurs non désirées” (43).

Selon NOVA, les aliments de ce groupe contiennent des sucres, des huiles, des graisses et/ou du sel. Mais également d'autres sources de nutriments qui sont rarement utilisés dans les produits alimentaires tel que le lactose, le lactosérum, le gluten, le sirop de maïs, ... (44). La plupart de ces produits contiennent des additifs alimentaires, des protéines hydrolysées, des amidons modifiés et des huiles hydrogénées.

Les classes d'additifs se trouvant uniquement dans les produits ultra-transformés sont les colorants, les stabilisants, les arômes, les exhausteurs de goût, les édulcorants, les agents d'agglomération et de glaçage, les émulsifiants, les humectants (45). Des procédés technologiques sont aussi utilisés comme la carbonatation, le raffermissement, le gonflement et l'anti-gonflement, les agents d'agglomération et de glaçage ainsi que l'extrusion.

Le but de cette catégorie est de créer des produits peu coûteux, durables et prêts à la consommation. Ils sont attrayants grâce à leur grande palatabilité, ont une durée de conservation augmentée et sont très rentables. Ils sont riches en énergie, en sucres ajoutés, en sel et en matières grasses. La présentation, la formulation et le marketing de ces produits favorisent la commercialisation de manière intensive et amène souvent à la surconsommation.

Plusieurs études basées sur NOVA montrent que les produits ultra-transformés ont le monopole sur le marché alimentaire de divers pays à revenus élevés et le sont de plus en plus dans les pays à revenus moyens (46).

Un article publié sur *Public Health Nutrition* affirme que ces produits ont une qualité nutritionnelle médiocre. Ils peuvent engendrer des maladies non-transmissibles liées à l'alimentation car ils sont très riches en énergie, en graisses saturées, en amidons raffinés, en sucres simples et en sel. De plus, l'apport en protéines, en fibres alimentaire et en micronutriments est très faible. Il est mentionné que “les produits ultra-transformés sont également problématiques du point de vue social, culturel, économique, politique et environnemental” (46).

2.8. Les différences nutritionnelles entre les produits avec et sans gluten

98% des consommateurs sans gluten achètent des produits transformés fabriqués spécifiquement pour eux. Cela peut expliquer pourquoi le marché industriel des produits sans gluten est en forte expansion. 75% de ces consommateurs affirment que les produits industriels sans gluten ne sont pas de meilleure qualité nutritionnelle que leur équivalent avec

gluten (25) En effet, certaines études montrent que les produits ultra-transformés sans gluten sont moins riches en protéines, en fibres et minéraux. Une alimentation sans gluten se compose fréquemment de produits ultra-transformés, que ce soit par le biais du pain traditionnel, des pâtes, des biscuits, des pâtisseries ou des gâteaux (47).

L'ajout d'ingrédients riches en matières grasses et d'émulsifiants dans les produits sans gluten améliorant ainsi la texture est une des hypothèses avancées pour expliquer ces différences nutritionnelles (48) Il n'est donc pas recommandé, à priori, d'opter pour une alimentation sans gluten sans diagnostic ni suivi médical et/ou diététique. La Fédération romande des consommateurs met en garde contre le risque élevé de carences en certaines vitamines et en fibres (49).

Concernant l'alimentation conventionnelle, le blé contient l'acide férulique et des fibres qui favorisent le développement des bactéries intestinales. Celle-ci aideraient probablement à prévenir les maladies chroniques (50, 51).

D'un point de vue économique, le budget alloué à une alimentation sans gluten est bien plus élevé car les produits ultra-transformés sans gluten sont en moyenne 2 à 3.5 fois plus chers que leur équivalent avec gluten (47, 52).

2.9. L'industrie alimentaire des produits sans gluten

Les gammes de produits dans les commerces de grandes distributions sont florissantes. En Suisse, chaque filiale propose une gamme d'aliments "sans gluten" et celles-ci sont parfois associées à des organisations telles que le Centre d'Allergie Suisse (Aha !) (53). Les produits sont de plus en plus diversifiés et les industries proposent des produits adaptés à tous les types de population.

Comme il a été dit dans le chapitre "Gluten", les industries alimentaires utilisent le gluten pour ses nombreuses propriétés organoleptiques. Son élimination dans les produits alimentaires peut avoir un impact incontestable sur leur structure et leur texture. Pour ces raisons, les industries utilisent le plus fréquemment de l'amidon et diverses farines végétales et utilisent principalement le riz et le maïs mais aussi d'autres sources comme le lin, le chia, l'amarante. Des additifs sont également utilisés pour améliorer les propriétés de ce type de produits (54).

2.10. Les additifs alimentaires

Les additifs alimentaires sont des substances ajoutées à un produit. Ils ont pour objectifs d'augmenter la durée de conservation et d'apporter d'autres fonctions technologiques spécifiques. Ils peuvent être d'origine naturelle ou synthétique et sont nommés, dans la liste des ingrédients, par leur catégorie, leur nom et/ou leur numéro (exemple : Émulsifiant (E471)) (55).

Les industries alimentaires utilisent très fréquemment des additifs alimentaires dans les produits ultra-transformés sans gluten pour obtenir des produits se rapprochant au plus près de ceux contenant du gluten (56). Il est important de noter que les produits ultra-transformés avec gluten en contiennent également.

Les additifs sont utilisés en complément aux substituts de la farine de blé. Dans cette catégorie, on y trouve les hydrocolloïdes étant des polysaccharides qui au contact de l'eau forme une dispersion visqueuse. Ils sont particulièrement utilisés pour imiter les propriétés viscoélastiques du gluten et ainsi améliorer la texture du produit. Ils sont également utilisés

pour donner une impression de “crémeux” (57, 58, 59). Lors de la panification, le gluten emprisonne le gaz permettant ainsi au pain de gonfler. En l’absence de ce dernier, le pain ne peut pas gonfler, c’est la raison pour laquelle les dérivés d’amidon sont utilisés pour le remplacer.

Le Département fédéral de l’intérieur a rédigé une ordonnance sur les additifs admis dans les denrées alimentaires pour les définir, les lister et les classer. De plus, la Suisse interdit certains additifs européens ou limite leur usage pour certains types d’aliments (60, 61).

3. Définition de l'étude

3.1. Questions de recherche

Question de recherche n°1 : Quelles sont les conséquences d'une alimentation sans gluten sur le statut en métaux lourds de l'organisme ?

P : population en général ne consommant pas de gluten

I : alimentation sans gluten

C : alimentation avec gluten

O : statut en métaux lourds de l'organisme (mercure, arsenic, cadmium et plomb)

Question de recherche n°2 : Quelles sont les différences nutritionnelles quantitatives et qualitatives entre les produits ultra-transformés identiques avec et sans gluten ?

3.2. But

Le but premier de ce travail est de déterminer l'influence d'une alimentation sans gluten quant au statut en métaux lourds de l'organisme et d'en analyser les possibles risques sur la santé. Nous allons finalement déterminer si les quantités de métaux lourds sont problématiques pour la santé à long terme chez les personnes suivant un régime sans gluten.

Pour compléter notre analyse, nous allons effectuer une comparaison entre des produits ultra-transformés "gluten-free" et leurs équivalents contenant du gluten afin de montrer les différences nutritionnelles quantitatives et qualitatives.

L'intérêt de ce travail est de regrouper les connaissances scientifiques actuelles sur l'alimentation sans gluten en lien avec les métaux lourds et d'amener un aspect pratique vis à vis des produits ultra-transformés présents dans le commerce. Ces deux aspects vont potentiellement apporter des connaissances sur le sujet aux professionnels de la santé.

Nous sommes conscientes que le régime sans gluten est actuellement le seul traitement existant dans la maladie cœliaque et qu'il est impossible de le supprimer. Parallèlement, le régime sans gluten est de plus en plus retenu comme modèle alimentaire chez les personnes en santé ces dernières années. C'est pourquoi, il nous semble important d'informer le public sur les possibles conséquences sur la santé d'un régime sans gluten.

3.3. Objectifs

Pour la revue de littérature :

1. Regrouper les connaissances scientifiques actuelles sur l'alimentation sans gluten en lien avec les métaux lourds.
2. Déterminer l'impact d'une alimentation sans gluten sur le statut en métaux lourds de l'organisme.
3. Définir l'existence de risques pour la santé et mettre en évidence leur degré de gravité

Pour l'analyse de produits :

1. Analyser les différences nutritionnelles quantitatives et qualitatives entre les produits sans gluten et leur équivalent avec gluten.

2. Définir l'impact de ces produits sur une alimentation équilibrée en fonction des valeurs nutritionnelles et des ingrédients.
3. Définir l'impact économique de ces produits chez les consommateurs.

3.4. Hypothèses

À la suite des recherches effectués sur l'alimentation sans gluten, les métaux lourds et les produits ultra-transformés sans gluten, nous avons défini les hypothèses suivantes :

1. Une alimentation sans gluten augmente les taux en arsenic, mercure, plomb et cadmium dans l'organisme humain.
2. Une alimentation sans gluten à long terme peut amener des effets néfastes sur la santé en lien avec la bioaccumulation de métaux lourds.
3. La farine de blé est principalement remplacée par de la farine de riz dans les produits sans gluten.
4. L'augmentation de la consommation de riz accroît le taux d'arsenic sanguin.
5. Les produits sans gluten ont une qualité nutritionnelle inférieure à leur équivalent avec gluten.

4. Méthodologie

4.1. Design

Ce travail est composé de deux parties. La première partie est une revue de littérature traitant de l'influence d'une alimentation sans gluten sur le statut en arsenic, mercure, plomb et cadmium chez les personnes ayant un régime sans gluten. Cela nous permet de répondre à notre première question de recherche. Nous avons choisi de sélectionner l'ensemble des types d'études observationnelles et expérimentales ainsi que les revues de littérature pouvant nous aider à approfondir le sujet, car nous avons observé que les publications disponibles sont faibles.

La deuxième partie est une analyse de produits visant à répondre à notre deuxième question de recherche. Elle a pour intérêt de montrer les différences nutritionnelles qualitatives et quantitatives entre des produits ultra-transformés sans gluten et leur équivalent avec du gluten. Nous avons décidé de prendre également en compte le prix et la disponibilité en magasin de ces produits pour apporter un aspect plus global à l'analyse.

4.2. Revue de littérature

Stratégie de recherche

Bases de données

Lors de nos recherches d'articles, nous avons utilisé trois bases de données scientifiques différentes afin d'obtenir le plus de résultats possibles et d'avoir une vue globale sur notre sujet. Les bases de données que nous avons sélectionnées sont :

- PubMed
- Cinhal
- Embase

Mots clés

Nous avons établi une liste de mots clés que nous avons adapté en "Medical Subject Headings Terms (MeSH Terms)" et en "Cinahl headings" pour pouvoir les utiliser dans les divers moteurs de recherche. Nous avons utilisé le site "HeTOP" pour la traduction en anglais.

Tableau 1 : Mots clés / MeSH Terms / Cinahl headings

Concepts	HeTOP (MeSH en français)	HeTOP (MeSH en anglais)	CINAHL Headings
Régime sans gluten	Régime sans gluten	Diet, gluten free	Diet, gluten free
Métaux lourds	Métaux lourds	Metals, Heavy	Metals, Heavy
Arsenic	Arsenic	Arsenic	Arsenic ou Arsenic poisoning
Cadmium	Cadmium	Cadmium	Cadmium
Plomb	Plomb	Lead	Lead ou Lead poisoning
Mercure	Mercure	Mercury	Mercury ou Mercury poisoning
Toxicité	Toxicité	Toxicity	-
Nourriture contaminée	Nourriture contaminée	Food contamination	Food contamination
Statut nutritionnel	Statut nutritionnel	Nutritional status	Nutritional status
Adulte	Adulte	Adult	Adult
Risque	Risk	Risk	Risk
Riz	Rice	Rice	Rice

Équations de recherche

Lors de nos recherches, nous avons utilisé les équations de recherche suivantes. Pour optimiser les résultats, nous n'avons pas utilisé de filtre.

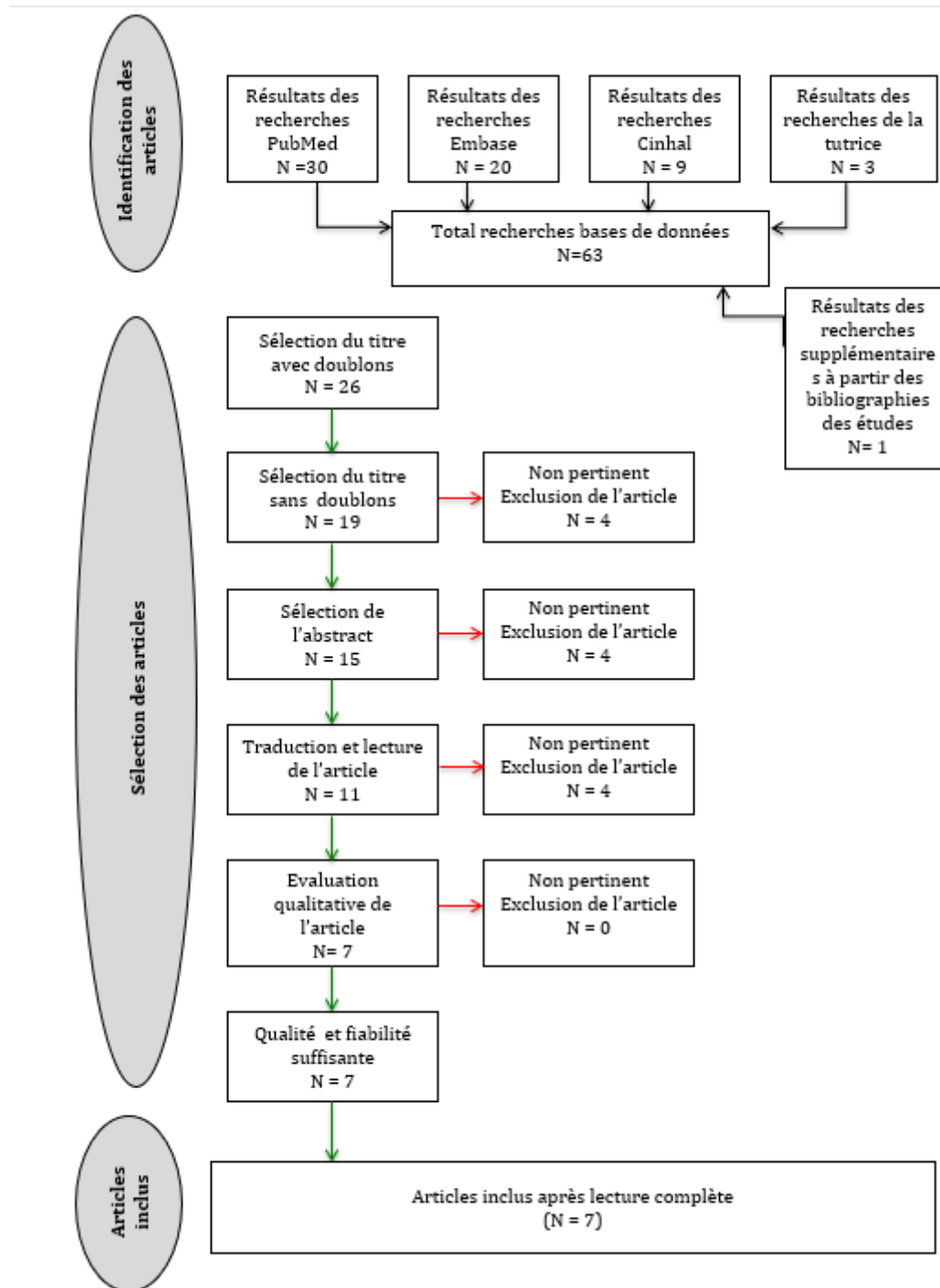
Tableau 2 : Equations de recherches sur les bases de données

Bases de données	Equations de recherche	Nombre d'articles trouvés	Nombre d'articles sélectionnés
PubMed	Gluten free diet [Title/Abstract] AND mercury [Title/Abstract]	N = 2	N = 2
	Heavy metals [Title/Abstract] AND gluten free diet [Title/Abstract]	N = 1	N = 1
	Adult [Title/Abstract] AND Toxicity [Title/Abstract] AND gluten free diet [Title/Abstract]	N = 5	N = 0
	Nutritional status [Title/Abstract] AND Lead [Title/Abstract] OR Cadmium [Title/Abstract] OR Arsenic [Title/Abstract] OR mercury [Titre / Résumé] AND gluten free diet [Title/Abstract]	N = 8	N = 5
	Food contamination [Title/Abstract] AND ((Lead [Title/Abstract] OR Cadmium [Title/Abstract] OR Arsenic [Title/Abstract] OR mercury [Titre / Résumé])) AND gluten free diet [Title/Abstract]	N = 6	N = 5
	(((*Gluten free*) AND rice [Title/Abstract]) AND arsenic [Title/Abstract])	N = 8	N = 5
Embase	'adult'/exp AND 'gluten free diet'/exp AND 'heavy metal'/exp	N = 8	N = 2
	'gluten free diet'/exp AND 'risk'/exp AND 'heavy metal'/exp	N = 7	N = 1
	'gluten free diet': ab, ti AND mercury: ab,t	N = 5	N = 4
Cinhal	Diet, gluten free AND mercury	N = 4	N = 1
	Diet, gluten free AND heavy metal	N = 1	N = 0
	Diet, gluten free AND adults AND toxicity	N = 4	N = 0

Sélection des études

Le schéma ci-dessous présente notre sélection d'article dans les bases de données, des recherches de notre directrice de Bachelor ainsi que les résultats de recherche supplémentaires à partir des bibliographies d'études.

Figure 1 : Schéma sélection des études



Critères d'inclusion et d'exclusion

Pour ce travail, nous avons inclus les adultes et les enfants cœliaques et non cœliaques appliquant une alimentation sans gluten. Nous n'avons fait aucune distinction entre les hommes et les femmes.

Nous avons inclus l'ensemble des articles traitant de notre sujet sans établir de limitation concernant le type d'étude et la date de publication des articles. Nous avons pris en compte

les articles en français, en anglais, en espagnol et en allemand pour élargir notre champ de recherche.

Nous avons inclus les articles abordant le taux/la concentration d'arsenic, de mercure, de plomb et de cadmium dans le sang, l'urine, les dents et les produits alimentaires.

Nous avons exclu les études dont le titre et l'abstract ne traitaient pas du gluten et des métaux lourds. Nous avons également exclu les études de cas et les revues de littérature reprenant des articles déjà présents dans nos résultats.

Nous n'avons établi aucun autre critère d'exclusion car la littérature existante sur ce sujet est très limitée.

Sélection sur le titre et l'abstract

Premièrement, pour sélectionner nos articles, nous avons commencé par lire le titre. Nous avons gardé les articles dont le titre traitait de l'alimentation sans gluten et des métaux lourds. Dans le cas où nous avons un doute, nous avons tout de même inclus les articles. Suite à cela, nous avons lu l'ensemble des abstracts afin de déterminer la pertinence des articles pour notre recherche.

Sélection sur la lecture de l'article

Deuxièmement, nous avons lu l'ensemble des articles sélectionnés chacune de notre côté avant de mettre en commun nos avis. Cela nous a permis de retenir les articles les plus pertinents pour répondre à notre question de recherche en prenant en compte nos critères d'inclusion et d'exclusion.

Pour finir, nous avons évalué la qualité des articles sélectionnés à l'aide de la grille "Analyse qualité d'articles de recherche" de l'Academy of Nutrition and Dietetics (Annexe II). Cela nous a permis d'établir si les articles ont une qualité positive, neutre ou négative.

Extraction des données

Une fois les articles sélectionnés, nous avons effectué un tableau (Tableau 4) présentant les variables suivantes : Titre, auteur(s), année de publication, design, type de population / produits, origine des sujets / produits, nombre de sujets / produits, type de métaux lourds, qualité des articles.

Nous avons effectué 4 autres tableaux (Tableau 5, 6, 7 et 8) regroupant les données en fonction du taux d'arsenic, de mercure, de plomb et de cadmium dans le sang, l'urine, les dents des personnes ayant une alimentation avec ou sans gluten. Le dernier tableau (Tableau 9) s'intéresse à la concentration en arsenic dans différents produits ayant comme variable "avec gluten" et "sans gluten".

Tous les tableaux cités ci-dessus sont présentés dans le chapitre "Résultats".

4.3. Analyse de produits industriels

Stratégie de sélection des produits

Dans l'analyse nutritionnelle de produits avec et sans gluten, nous nous sommes intéressées uniquement à des produits ultra-transformés, sauf la bière qui est un produit transformé. Nous

souhaitons analyser des produits dans l'ensemble des groupes alimentaires présentant du gluten. Premièrement, nous avons identifié l'ensemble des produits sans gluten présents sur le site internet leshop.ch de la Migros. Pour cela, nous avons utilisé la section "Régime spécifique : sans gluten". A partir de cela, nous avons sélectionné 11 produits appartenant aux principales catégories d'aliments contenant du gluten. Les catégories sont : boissons, féculents, sources de protéines, plats surgelés et snacks.

Deuxièmement, nous avons sélectionné les produits équivalents avec gluten sur le site internet leshop.ch en nous basant uniquement sur le visuel de l'emballage et sur l'appellation du produit afin de ne pas être influencée par les ingrédients et les valeurs nutritionnelles. Les produits sélectionnés sont : bière, pain préemballé, pâtes fraîches farcies ricotta et épinards, bâton de céréales, céréales de petit déjeuner, biscotte, stick/bâtonnets de poissons panés, lasagnes surgelées, pizza Margherita, muffin au chocolat et biscuits sablés au chocolat.

Critères d'inclusion et d'exclusion

Nous avons inclus uniquement les produits ultra-transformés sans gluten présentant le logo "épi de blé barré". Nous avons également inclus les produits "sans lactose" car il est difficile de les dissocier des produits sans gluten. Nous avons favorisé la comparaison de produits de la même marque dans la mesure du possible.

Les produits inclus ont été sélectionnés dans les supermarchés "Coop" et "Migros".

Pour l'ensemble des produits, nous avons exclu les produits bio et les gammes bon marché.

Extraction et analyse des données

Pour récolter les données, nous sommes allées en magasin pour prendre en photo les emballages des produits sélectionnés. Si le produit n'était pas disponible en magasin nous avons recueilli les données manquantes sur les sites internet de la Migros et de la Coop.

L'extraction des données s'est faite sous forme de tableau de comparaison pour chaque aliment sélectionné (avec et sans gluten) (Annexe III). Nous avons récolté les informations pour les variables suivantes :

- Produits : photo, dénomination/ marque magasin, prix à l'unité, prix au litre/kilogramme, quantité de l'emballage, quantité de la portion (SSN ou emballage)
- Valeurs nutritionnelles pour 100g et pour la portion : énergie (kcal/kJ), protéines, lipides, acides gras saturés, glucides, dont sucres, sel, fibres
- Ingrédients

Nous avons choisi d'utiliser les portions de la Société Suisse de Nutrition (SSN) (62) dans notre récolte de données pour avoir une idée des apports nutritionnels dans une alimentation équilibrée selon les recommandations suisses. Dans le cas où ce n'était pas possible, nous avons utilisé les recommandations de portion des emballages.

Tableau 3 : Portions sélectionnées

Produits	Portions
Bière	2-3dl
Pain préemballé	75-125g
Pâtes fraîches farcies ricotta et épinards	Selon emballage
Bâton de céréales	20-30g
Céréales de petit déjeuner	45-75g
Biscotte	45-75g
Stick/bâtonnet de poissons panés	120g
Lasagnes surgelées	Selon emballage
Pizza Margherita	Selon emballage
Muffin au chocolat	20-30g
Biscuit sablé au chocolat	20-30g

Lorsque les recommandations de la SSN présentaient des fourchettes, nous avons fait le choix de prendre la fourchette supérieure, car la société actuelle étant dans une surconsommation alimentaire, nous pensons que cela est plus représentatif.

Pour analyser les données, nous avons créé un tableau quantitatif (Tableau 10) et deux tableaux qualitatifs (Tableau 11 et 12).

Analyse quantitative :

Nous avons fait un tableau récapitulatif (Tableau 10) comprenant l'ensemble des valeurs des produits avec et sans gluten pour 100g afin de faciliter la comparaison.

Nous avons analysé les produits selon 8 variables : l'énergie (Kcal et kJ), les protéines, les lipides, les acides gras saturés, les glucides, les sucres ajoutés, le sel et les fibres.

Le choix des variables observées s'est basé sur l'article 25 de l'Ordonnance du DFI sur l'étiquetage et la publicité des denrées alimentaires (OEDA). Cet article stipule qu'il est obligatoire d'indiquer sur l'emballage la valeur énergétique et la teneur en matières grasses totale ou en acides gras saturés, en glucides, en sucres, en protéines et en sel (63).

Nous avons ajouté la teneur en fibres alimentaires car de nombreux articles ont mis en avant les différences de la teneur en fibres entre les produits sans gluten et leur équivalent avec gluten (voir cadre de référence).

Analyse qualitative :

Nous avons analysé les produits selon 5 variables (Tableau 11 et 12) : le nombre d'ingrédients, le nombre d'additifs, la présence ou non de riz, la disponibilité en magasin et le prix au kilogramme ou au litre.

Pour comptabiliser les additifs présents dans la liste d'ingrédients, nous nous sommes basées sur la liste des additifs de la confédération Suisse (60).

5. Résultats

Nos résultats sont séparés en deux parties. La première partie présente les résultats correspondant à notre revue de littérature visant à répondre à notre première question de recherche sur les métaux lourds. La deuxième partie expose les résultats obtenus lors de l'analyse nutritionnelle des produits ultra-transformés avec et sans gluten.

5.1. Revue de littérature

Articles sélectionnés

Lors de notre recherche dans les données PubMed, Cinhal et Embase, nous avons trouvé cinquante-neuf articles correspondant à nos équations de recherche. A cela, nous avons ajouté les articles fournis par notre directrice de Bachelor ainsi que ceux trouvés à l'aide des bibliographies des articles. Après lecture du titre et de l'abstract, nous avons retenu onze articles. La lecture de la totalité des articles nous a permis d'exclure trois articles ne correspondant pas à nos critères (Figure 1).

Pour finir, nous avons analysé et retenu sept articles à l'aide de la grille qualité de l'*Academy of Nutrition and Dietetics*.

Tableau 4 : Caractéristiques des articles retenus

N° de l'article	Titre de l'article	Auteurs principaux	Année de publication	Design	Type de population/ produits	Origine des sujets/ produits	Nombre de sujets/ produits	Type de métaux lourds	Validité : Positive/ neutre/ négative
1 (34)	Increased Mercury Levels in Patients with Celiac Disease following a Gluten-Free Regimen	Elli L., Rossi V., Conte D., Ronchi A., Tomba C., Passon M., Bardella M-T., Roncoroni L., Guzzi G.	2015	Etude transversale	Patient souffrant de maladie cœliaque traité ou non	Milan, Italie du nord,	50	Mercure sanguin et urinaire	Neutre
2 (64)	Essential micronutrient and toxic trace element concentrations in gluten containing and gluten-free foods	Punshon T., Jackson B.	2018	Etude transversale	Produits avec et sans gluten	Etats-Unis	67	Arsenic, mercure, plomb, cadmium, manganèse, fer, zinc, cuivre et sélénium	Neutre
3 (28)	Accumulation of Heavy Metals in People on a Gluten-Free Diet	Raehsler S., Seon Choung R. Marietta E., Murray J.,	2018	Etude transversale	≥18ans, patient cœliaque et non cœliaque	Etats-Unis	11 354	Taux sanguin : mercure, plomb, cadmium et arsenic Taux urinaire : arsenic	Positif
4 (14)	The Unintended Consequences of a Gluten-Free Diet	Bulka C., Davis M., Karagas M., Ahsan H., and Argos M.	2018	Etude transversale	Tous les âges <12 ans → Parents interviewés	Etats-Unis	Total : 7471 sujets Régime sans gluten : 73 sujets	Urine : Arsenic + Cadmium + plomb Sanguin : Cadmium + plomb + mercure organique + mercure total	Neutre

							Régimes avec gluten : 7398 sujets		
5 (65)	Cadmium and lead accumulate in the deciduous teeth of children with celiac disease or food allergies	Orzechowska-Wylęgała B., Obuchowicz A., Malara P., Fischer A., Kalita B.	2011	Etude transversale	Dents de laits d'enfants entre 7 à 12 ans 3 groupes : -Coeliaque -Allergie alimentaire -En bonne santé	Zone industrielle de l'Upper Silésie, en Pologne	150 dents de laits d'enfants entre 7-11 ans -30 dents de laits d'enfants cœliaques -60 dents de laits d'enfants souffrants d'allergies alimentaires -60 dents de laits d'enfants en bonne santé	Plomb + cadmium	Positif
6 (66)	Arsenic speciation in rice-based food for adults with celiac disease	Munera-Picazo S., Burló F., Carbonell-Barrachina A. A.	2014	Etude transversale	Produits sans gluten à base de riz	Alicante et Murcie en Espagne	32 produits	Arsenic total et arsenic inorganique	Neutre
7 (67)	Inorganic and Total Arsenic Contents in Rice-Based Foods for Children with Celiac Disease	Munera-Picazo S., Ramírez-Gandolfo A., Burlo F., Carbonell-Barrachina A. A.	2013	Etude transversale	Produits sans gluten à base de riz destiné aux enfants entre 1-5 ans	Alicante et Murcie en Espagne	16 produits en triple exemplaire	Arsenic total et arsenic inorganique	Neutre

Résultats des articles

Afin de présenter nos résultats, nous avons divisé les données obtenues en deux parties pour permettre la comparaison des outcomes. La première partie est scindée en quatre tableaux (tableau 5, 6, 7 et 8) qui présentent les taux des métaux lourds analysés dans le sang, l'urine et les dents chez les personnes ayant un régime avec et sans gluten. La deuxième partie présente la concentration en arsenic analysée dans des produits avec et sans gluten (tableau 9).

Taux de métaux lourds dans le sang, l'urine et les dents

Les résultats des tableaux ci-dessous montrent les taux d'arsenic, de mercure, de plomb et de cadmium dans le sang et/ou dans l'urine et/ou dans les dents chez les personnes ayant une alimentation sans gluten en comparaison à une alimentation avec gluten.

Tableau 5 : Taux d'arsenic (µg/L)

Articles		Alimentation avec gluten			Alimentation sans gluten		
		Sang	Urine	Dent	Sang	Urine	Dent
Raehsler S., Seon Choung R. Marietta E., Murray J.,	3 (28)	-	8.38	-	-	15.15	-
Bulka C., Davis M., Karagas M., Ahsan H., and Argos M.	4 (14)	-	7.8 ± 0.23	-	-	12.1 ± 1.5	-

*Les valeurs les plus élevées sont en gras

Tableau 6 : Tableau de mercure (µg/L)

Articles		Alimentation avec gluten			Alimentation sans gluten		
		Sang	Urine	Dent	Sang	Urine	Dent
Elli L., Rossi V., Conte D., Ronchi A., Tomba C., Passon M., Bardella M-T., Roncoroni L., Guzzi G.	1 (34)	3.7 ± 2.7	1.3 ± 1.2		10.2 ± 6.7	2.2 ± 3.0	
Raehsler S., Seon Choung R. Marietta E., Murray J.,	3 (28)	0.93	-	-	1.37	-	-
Bulka C., Davis M., Karagas M., Ahsan H., and Argos M.	4 (14)	0.8 ± 0.2	-	-	1.3 ± 0.25	-	-

*Les valeurs les plus élevées sont en gras

Tableau 7 : Taux de plomb (µg/L)

Articles		Alimentation avec gluten			Alimentation sans gluten		
		Sang	Urine	Dent	Sang	Urine	Dent
Raehsler S., Seon Choung R. Marietta E., Murray J.,	3 (28)	1.13	-	-	1.42	-	-
Bulka C., Davis M., Karagas M., Ahsan H., and Argos M.	4 (14)	0.096 ± 0.01	0.37 ± 0.01	-	0.11 ± 0.1	0.4 ± 0.01	-
Orzechowska-Wylęgała B., Obuchowicz A., Malara P., Fischer A., Kalita B.	5 (65)			4.19± 1.66			5.42 ± 2.02

*Les valeurs les plus élevées sont en gras

Tableau 8 : Taux de cadmium (µg/L)

Articles		Alimentation avec gluten			Alimentation sans gluten		
		Sang	Urine	Dent	Sang	Urine	Dent
Raehsler S., Seon Choung R. Marietta E., Murray J.,	3 (28)	0.34	-	-	0.42	-	-
Bulka C., Davis M., Karagas M., Ahsan H., and Argos M.	4 (14)	0.29 ± 0.00	0.16 ± 0.00	-	0.29 ± 0.03	0.18 ± 0.01	-
Orzechowska-Wylęgała B., Obuchowicz A., Malara P., Fischer A., Kalita B.	5 (65)			0.04± 0.03			0.11 ± 0.05

*Les valeurs les plus élevées sont en gras

Concentration en métaux lourds dans les produits

Les résultats du tableau ci-dessous présentent la concentration en arsenic dans divers produits sans gluten et leur équivalent avec gluten. Dans ce tableau, nous avons exclu le mercure car un seul article (article n°2) le mentionne et les résultats ne sont pas significatifs. Aucune étude n'a analysé la concentration en plomb et en cadmium dans les produits sans gluten, c'est pourquoi, ils ne figurent pas dans nos résultats.

Tableau 9 : Concentration d'arsenic de produits avec et sans gluten (µg/g)

Articles		Produits	Avec gluten *(µg/g)	Sans gluten **(µg/g)
Punshon T., Jackson B	2 (64)	Farine	0.011	0.112
		Aliments transformés (pain et pâte)	0.015	0.141
		Riz blanc	-	0.094
		Riz brun	-	0.183
		Riz enrichi	-	0.177
Munera-Picazo S., Burló F., Carbonell-Barrachina A. A.	6 (66)	Farine	n.d.	0.03
		Chapelure	n.d.	0.049
		Pâte	n.d.	0.109
		Pain toast	n.d.	0.033
		Pâtisserie	n.d.	0.013
		Bière	n.d.	0.015
		Boisson de riz	n.d.	0.011
Munera-Picazo S., Ramirez-Gandolfo A., Burlo F., Carbonell-Barrachina A. A.	7 (67)	Pâte	n.d.	0.158
		Pain	n.d.	0.66
		Céréale de petit déjeuner	n.d.	0.136
		Gaufrettes au chocolat	n.d.	n.d.
		Biscuit	n.d.	0.25

* A base de blé

** A base de riz

n.d. : Inférieur à la limite de quantification

Les valeurs les plus élevées sont en gras

5.2. Analyse de produits industriels

Les résultats de cette analyse sont présentés selon deux axes : quantitatif (tableau 10) et qualitatif (tableau 11 et 12)

Produits sélectionnés

Nous avons analysé onze produits transformés et ultra-transformés sans gluten et leur équivalent avec gluten que nous avons trouvé dans les magasins Coop et Migros à Genève. Le choix des aliments s'est basé uniquement sur l'appellation du produit et de l'emballage. Les produits sans gluten ont tous le logo "épi de blé barré" certifiant l'absence de gluten.

Analyse quantitative

Nous avons analysé les produits selon 8 variables : l'énergie (Kcal et kJ), les protéines, les lipides, les acides gras saturés, les glucides, les sucres ajoutés, le sel et les fibres.

Tableau 10 : Valeurs nutritionnelles quantitative de produits avec et sans gluten

Produits		Energie (Kcal/kJ)	Protéines (g)	Lipides (g)	Acide gras saturés (g)	Glucides (g)	Dont Sucres* (g)	Sel (g)	Fibres (g)
Bière	Avec	37/160	0.3	0	0	2.5	0.1	0	-
	Sans	6/26	0.1	<0.1	<0.1	1.8	0.4	<0.1	-
Pain préemballé	Avec	250/1060	10	0.9	0.5	49	3	1.6	3
	Sans	228/963	2	1.5	0.5	49	0.5	1.5	5
Pâtes fraîches farcies ricotta et épinards	Avec	216/907	8	8	3.5	27	1.5	1	2
	Sans	188/791	9	6	2.5	24	0.6	1.1	1
Bâton de céréales	Avec	436/1830	8	17	11	62	32	0.29	4.5
	Sans	421/1760	6	15	8	59	33	0.23	13
Céréales de petit déjeuner	Avec	450/1892	6.9	16	4	68	29	1.1	3.3
	Sans	430/1810	5.1	15	3.5	68	29	0.5	1.5
Biscotte	Avec	424/1789	12	9	0.8	72	16	1.2	3.5
	Sans	411/1732	6.2	9.4	1	72	11	0.9	6.8
Stick/bâtonnet de poissons panés	Avec	198/830	14	7.5	0.6	18	<0.5	0.65	1.1
	Sans	190/797	11	8	0.6	18	<0.5	0.7	1
Lasagnes surgelées	Avec	150/628	4.6	6.2	1.8	19	3.8	0.8	1.6
	Sans	129/541	5.5	5.5	2.7	15	2.4	0.3	1.6
Pizza Margherita	Avec	252/1056	10	11	4.5	26	3.2	1	-
	Sans	213/896	8	7	3	29	3	0.9	8
Muffin au chocolat	Avec	455/1899	6	27	4.5	46	27	1.1	2
	Sans	446/1864	4.2	25	3.6	50	32	0.5	2.2
Biscuit sablé au chocolat	Avec	518/2168	5.2	27.6	17.2	61.3	25.7	0.7	2
	Sans	516/2157	3.7	27.1	16.8	63.5	28.3	0.6	1.5

**Sucres* : tous les monosaccharides et disaccharides présents dans les denrées alimentaires, à l'exception des polyols (8)

Calories :

- 100% (n= 11) des produits sans gluten sont moins riches en calories que leur équivalent avec gluten. La différence calorique est en moyenne de - 19kcal/100g.

Protéines :

- 82% (n= 9) des produits sans gluten sont moins riches en protéines que leur équivalent avec gluten. La différence protéique moyenne est de -2.9g/100g.
- 18% (n=2) des produits sans gluten ont un taux de protéines supérieurs avec une différence protéique moyenne est de + 0.95g/100g.

Lipides :

- 64% (n=7) des produits sans gluten sont moins riches en lipides que leur équivalent avec gluten. La différence lipidique moyenne est de -1.75g/100g.
- 27% (n=3) ont un taux de lipides supérieurs avec une différence lipidique est de +1.5g/100g.
- 9% (n=1) des produits ont un taux identique en lipides aux produits équivalents avec gluten.

Acides gras saturés :

- 55% (n=6) des produits sans gluten sont moins riches en AGS que leur équivalent avec gluten. La différence d'AGS moyenne est de -1.1g/100.
- 18% (n=2) des produits sans gluten sont plus riches avec une différence d'AGS de + 0.55g/100g.
- 27% (n=3) des produits ont un taux identique en AGS que leur équivalent avec gluten.

Glucides :

- 36% (n=4) des produits sans gluten sont moins riches en glucides que leur équivalent avec gluten. La différence glucidique moyenne est de -2.7g/100g.
- 28% (n=3) des produits sans gluten sont plus riches en glucides avec une différence glucidiques moyenne de +3g/100g.
- 36% (n=4) des produits sans gluten ont un taux identique en glucides à leur équivalent avec gluten.

Dont sucres :

- 45% (n= 5) des produits sans gluten sont moins riches en sucres simples que leur équivalent avec gluten. La différence moyenne est de -2g/100g.
- 36% (n=4) des produits sans gluten ont un taux plus élevé de sucres simples, soit une différence moyenne de +2.2g/100g.
- 19% (n=2) des produits sans gluten ont un taux de sucres simples identique à leur équivalent avec gluten.

Sel :

- 73% (n=8) des produits sans gluten sont moins riches en sel que leur équivalent avec gluten. La différence moyenne est de -0.3g/100g.
- 18% (n=2) des produits sans gluten sont plus riches en sel avec une différence moyenne de + 0.075g/100g.
- 9% (n=1) des produits sans gluten ont des taux en sel identique que leur équivalent avec gluten.

Fibres :

- 36% (n=3) des produits sans gluten sont moins riches en fibres que leur équivalent avec gluten. La différence moyenne est de -0.85g/100g.
- 36% (n=3) des produits sans gluten sont plus riches en fibres avec une différence moyenne de +3.5g/100g.

- 9% (n=1) des produits ont des taux de fibres identiques à leur équivalent avec gluten.
- 19% (n=2) des produits n'ont pas défini le taux de fibres présent.

Analyse qualitative

Les variables de notre analyse qualitative sont le nombre d'ingrédients, le nombre d'additifs, la présence ou non de riz, la disponibilité en magasin et le prix au Kg ou L.

Tableau 11 : Valeurs nutritionnelles qualitatives de produits avec et sans gluten

Produit	Nombre d'ingrédients		Nombre d'additifs		Présence de riz (oui / non)	
	Avec gluten	Sans gluten	Avec gluten	Sans gluten	Avec gluten	Sans gluten
Bière	3	4	0	0	Non	Non
Pain préemballé	9 / 9	16 / 17	2	5	Non	Oui
Pâtes fraîches farcies ricotta et épinards	12 / 15	18 / 22	0	7	Non	Oui
Bâton de céréales	17 / 19	13 / 21	3	4	Oui	Oui
Céréales de petit-déjeuner	14 / 20	2 / 15	6	4	Oui	Oui
Biscotte	14 / 14	16 / 16	6	4	Non	Oui
Stick/bâtonnet de poissons panés	4 / 8	4 / 10	1	0	Non	Oui
Lasagnes surgelées	14 / 23	13 / 17	0	0	Non	Oui
Pizza Margherita	13 / 13	15 / 15	0	1	Non	Oui
Muffin	17 / 21	13 / 17	7	7	Non	Non
Biscuit sablé au chocolat	5 / 13	5 / 12	3	3	Non	Oui

*Les valeurs les plus élevées sont en gras

Les résultats montrent :

- 82% (n=9) des produits sans gluten contiennent du riz et 18% (n=2) des produits avec gluten contiennent du riz
- 64% (n=7) des produits sans gluten contiennent plus d'ingrédients

- 37% (n=4) des produits sans gluten contiennent plus d'additifs, 26% (n=3) des produits sans gluten contiennent moins d'additifs et 37% (n=4) des produits équivalents ont le même nombre d'additifs

Les additifs le plus utilisés dans les produits sans gluten sont :

- Epaississant : Gomme guar (E412), Gomme de xanthane ([E415](#))
- Emulsifiant : Lécithine de soja (E322), Mono et diglycéride d'acide gras (E471)
- Acidifiant : Acide citrique (E330)

Tableau 12 : Prix et disponibilité des produits avec et sans gluten

Produits		Prix au KG ou L (CHF)	Disponible en magasin
Bière	Avec	3.30	Oui
	Sans	9.39	Oui
Pain préemballé	Avec	6.00	Oui
	Sans	16.82	Oui
Pâtes fraîches farcies ricotta et épinards	Avec	19.60	Oui
	Sans	24.50	Oui
Bâton de céréales	Avec	18.90	Oui
	Sans	37.70	Oui
Céréales de petit-déjeuner	Avec	10.83	Oui
	Sans	23.17	Non
Biscotte	Avec	12.40	Oui
	Sans	23.33	Oui
Stick/bâtonnet de poissons panés	Avec	8.67	Oui
	Sans	12.22	Oui
Lasagnes surgelées	Avec	12.50	Non
	Sans	36.44	Non
Pizza Marguerita	Avec	18.30	Oui
	Sans	15.83	Oui
Muffin au chocolat	Avec	21.00	Non
	Sans	25.33	Oui
Biscuit sablé au chocolat	Avec	28.30	Oui
	Sans	32.90	Non

*Les valeurs les plus élevées sont en gras

- 36% (n=4) produits sans gluten ne sont pas disponibles dans les commerces, contre 18% (n=2) des produits avec gluten.
- 90% des produits sans gluten sont en moyenne 2x plus cher que leur équivalent avec gluten.

6. Discussion

6.1. Rappel des résultats

Q1 : Quelles sont les conséquences d'une alimentation sans gluten sur le statut en métaux lourds de l'organisme ?

Lors de la recherche des articles, nous avons obtenu soixante-trois résultats. Après avoir enlevé les doublons et exclus les articles non-pertinents en fonction du titre, de l'abstract et de la lecture totale du texte, nous avons gardé sept articles. Les analyses de ceux-ci, nous ont permis de déterminer une qualité suffisante pour nos recherches. En effet, nous avons obtenu cinq articles de qualité neutre et deux articles de qualité positive.

Quatre articles analysent le taux en arsenic, mercure, plomb et cadmium sanguin, urinaire et/ou dentaire des patients ayant une alimentation sans gluten. Les trois autres articles abordent la concentration en arsenic dans les produits industriels.

L'ensemble des articles observent une augmentation de ces métaux lourds chez les personnes mangeant sans gluten (n=4) (14, 28, 34 et 65) et dans les produits ultra-transformés (n=3) (64, 66 et 67).

Q2 : Quelles sont les différences nutritionnelles quantitatives et qualitatives entre les produits ultra-transformés identiques avec et sans gluten ?

L'analyse nutritionnelle quantitative de onze produits ultra-transformés sans gluten et leur équivalent montre que la totalité des produits sans gluten sont moins riches en calories que leur équivalent avec gluten. La majorité des produits sans gluten sont moins riches en protéines (82%), en lipides (64%), en acide gras saturés (55%) et en sel (73%). La différence de quantité de glucides, y compris "dont sucres" et de fibres est moins visible (< 50%) entre les produits sans gluten et leur équivalent avec gluten.

L'analyse nutritionnelle qualitative montre que les produits sans gluten contiennent majoritairement plus d'ingrédients (64%) et sont composés fréquemment de riz (82%). L'analyse montre que 37% des produits sans gluten contiennent plus d'additifs, 26% des produits en contiennent moins et 37% sont égaux à leur équivalent avec gluten.

Les produits sans gluten ne sont pas toujours disponibles en magasin (36%) et ils sont en moyenne deux fois plus chers que leur équivalent avec gluten (90%).

6.2. Mise en perspective par rapport à la littérature

Revue de la littérature

Nous avons comparé les résultats obtenus dans les articles analysés avec les normes sanguines et urinaires des sociétés savantes ou du laboratoire Unilabs² afin de quantifier les risques pour la santé. Les seuils fixés par Unilabs sont basés sur la littérature scientifique, les sociétés savantes et l'expertise de professionnels. Nous n'avons pas obtenu plus de détails sur les références.

² Unilabs est un laboratoire dont le siège principal est basé à Coppet en Suisse

Arsenic

L'étude de S. Raehsler et al. (28) et celle de C. Bulka et al. (14) montrent l'augmentation du taux d'arsenic total de l'urine chez les personnes suivant un régime sans gluten en comparaison à une alimentation standard. Cependant, l'EFSA a déterminé une dose tolérable de 0.3 à 0.8 µg / kg de poids corporel par jour uniquement pour l'arsenic inorganique qui est la forme toxique de l'arsenic. Il nous est donc impossible de comparer les résultats obtenus lors de nos recherches littérature à des valeurs de référence provenant des sociétés savantes car les normes divergent d'une société à l'autre (32).

J. Wüsche et al. (47) ont publié un article dans le magazine *Aktuelle Ernährungsmedizin* montrant une comparaison entre les concentrations en arsenic urinaire obtenu dans les études de S. Raehsler et al. et de C. Bulka et al. et la valeur de référence de 15 µg / L (68). Dans l'étude de S. Raehsler et al., les concentrations urinaires moyennes des personnes mangeant sans gluten sont légèrement supérieures à la valeur de référence (15.15 µg / L). Dans celle de C. Bulka et al., les concentrations urinaires sont plus faibles que la valeur de référence (12.1 µg / L). Les auteurs notent que ces valeurs indiquent, cependant, que "l'augmentation des niveaux d'arsenic pourrait être importante sur la santé".

Nous pouvons constater que la valeur de référence urinaire pour l'arsenic du laboratoire Unilabs n'est pas similaire à celle utilisée par l'auteur J. Wüsche. Elle est fixée à 25 µg / L. Si l'on compare les deux études citées ci-dessus, les deux valeurs de la concentration urinaire se trouvent en dessous de la valeur de référence fixée par ce laboratoire et montre ainsi que la concentration en arsenic n'est pas à risque chez les consommateurs d'aliments sans gluten.

Le bulletin nutritionnel suisse 2019 de l'Office Fédérale de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) (69) a analysé l'exposition de la population suisse à l'arsenic par la consommation de riz et de produits à base de riz. Les résultats restent incertains quant au risque excessif d'exposition pour les personnes suivant une alimentation sans gluten. Il démontre qu'il n'y a pas de divergence entre le taux d'exposition à l'arsenic d'une personne suivant une alimentation sans gluten et celui de la population qui ingère du gluten. Il notifie cependant que l'étude se base sur les valeurs de l'enquête MenuCH qui a évalué uniquement la consommation de riz, de galettes et de boissons à base de riz. Il préconise donc des études supplémentaires. L'étude de S. Munera-Picazo et al. (2014) (66), quant à elle, démontre une exposition à risque en arsenic chez les personnes suivant un régime sans gluten car l'apport alimentaire hebdomadaire se trouve dans les limites de la valeur toxicologique de référence de 0.3 µg / kg par jour et laisse ainsi peu de marge de sécurité. Nous pouvons ajouter que les résultats obtenus dans les deux études de Munera-Picazo S. et al. (66, 67) et celle de T. Punshon et al. (64) démontrent que les produits analysés à base de riz sont tous plus riches en arsenic. De plus, notre analyse d'aliments ultra-transformés similaires avec et sans gluten montre que 82% des produits sans gluten contiennent du riz.

Nous constatons que l'ensemble des études valident la présence d'une augmentation de la concentration d'arsenic urinaire des personnes suivant une alimentation sans gluten. Mais les risques pour la santé de cette augmentation sont sujets à controverse.

Nous retenons que la marge de sécurité peut être dépassée même si la concentration en arsenic reste généralement dans les normes. L'exposition répétée expose probablement cette population à un risque d'intoxication supérieur et nécessitera à l'avenir des recherches supplémentaires.

Mercur

Les études de L. Elli et al. (34), de S. Raehsler et al. (28) et de C. Bulka et al. (14) ont analysé le taux en mercure urinaire et sanguin. Elles constatent toutes une élévation des taux chez la

population suivant une alimentation sans gluten. L'étude de L. Elli et al. (34) observe un taux sanguin 2.75 fois plus élevé en mercure que celui d'une alimentation standard tandis que les deux autres études observent une augmentation moins importante, toutefois, encore un taux 1.5 fois plus élevé (1.62 (28) et 1.47 (14)).

L'OMS (70) a fixé une norme de concentration de mercure sanguin à 5 µg/L. Nous pouvons constater qu'une seule des études obtient une valeur sanguine supérieure à cette norme chez la population sans gluten. Elle est de 10.2 µg/L (34). Les valeurs obtenues dans les deux autres études entrent dans cette norme de référence et s'élèvent à 1.3µg/L (14) et 1.37 µg/L (28). Il est difficile de définir s'il y a un risque clair pour la population ayant une consommation sans gluten car les chiffres obtenus ne sont pas assez nombreux et deux valeurs sur trois ne montrent pas de risques liés au taux de mercure. Cependant, nous pouvons montrer qu'une alimentation sans gluten augmente le taux en mercure sanguin et par conséquent augmente le risque potentiel d'intoxication.

L. Elli et al. (34) montre également que le taux de mercure urinaire est plus élevé chez les personnes ayant une alimentation sans gluten (2.2 µg/L). La valeur de référence urinaire pour le mercure est fixée à 2.5 µg/L par le laboratoire Unilabs (71) et la concentration en mercure obtenue dans l'étude citée ci-dessus se trouve ainsi en dessous du seuil de référence. Les auteurs de l'étude expliquent que les concentrations de mercure dans le sang et dans les urines peuvent être sous-estimées car il se peut qu'il y ait une rétention dans l'organisme et que ces mesures ne reflètent pas la totalité du contenu réel dans le corps. Nous pouvons faire un lien avec le discours du Professeur Gustav Drasch, Institut de Médecine légale de l'Université de Munich (72), qui exprime que, même si le taux de mercure reste dans les normes, il ne faut pas négliger les symptômes clairs d'intoxication mercurielle et qu'il ne faut pas se fier aux chiffres car chaque individu à sa propre sensibilité à cet élément.

Plomb

Les études de S. Raehsler et al. (28), de C. Bulka et al. (14) et de B. Orzechowska-Wylegala et al. (65) ont analysé le taux de plomb dans le sang, les urines et dans les dents de lait. Nous constatons que les concentrations dans ces trois variables sont plus élevées chez les personnes consommant sans gluten. L'article de B. Orzechowska-Wylegala et al. (65) exprime que "Le contenu en minéraux et en métal des dents reflète l'ensemble contenu dans tout le corps". Nous avons donc trouvé intéressant de prendre en compte cette analyse complétant les analyses de liquide physiologique (sang et urine). Cependant, nous n'avons pas trouvé de seuil limite pour le taux de métaux lourds dans les dents.

Selon l'OMS (37), on mesure principalement la concentration de plomb sanguin pour évaluer l'exposition des êtres humains mais elle atteste qu'il n'existe pas de seuil limite pour lequel le plomb serait sans danger. Le laboratoire Unilabs a utilisé la valeur de référence à 100 µg/L pour un adulte. La valeur de référence chez les enfants (0-18 ans) est limitée à 50 µg/L, ce qui représente deux fois moins que pour les adultes. Concernant l'analyse urinaire, le seuil tolérable est fixé à 1 µg/L pour toute la population (38). Nos résultats sanguins et urinaires entrent dans ces normes mais nous rappelons qu'il n'existe pas de seuil de toxicité limite selon l'OMS et de ce fait, il existe tout de même un risque pour la santé. Les laboratoires sont obligés de fixer des seuils tolérables pour permettre aux professionnels de la santé d'avoir une vision globale de la santé d'un individu.

Lors de la comparaison entre les résultats sanguins des personnes mangeant avec et sans gluten, il en ressort que l'alimentation sans gluten augmente légèrement la concentration de plomb dans l'organisme que ce soit dans le sang, dans l'urine ou dans les dents. Une de nos hypothèses concernant l'augmentation de ce métal dans l'organisme est liée à l'augmentation de consommation de riz lors d'une alimentation sans gluten. Comme pour l'arsenic, l'étude de T. Punshon (64) a analysé plusieurs céréales et montre que le riz est plus chargé en métaux lourds dont le plomb.

Le Prof. D. Drasch soutient le fait que le taux de plomb présente une plus grande stabilité que le taux de mercure. Cela signifie que la concentration de plomb urinaire est représentative de la concentration totale de l'organisme. Ce qui permet de prendre en compte les valeurs de laboratoire de ce métal (72).

Cadmium

S. Raehsler et al. (28), C. Bulka et al. (14) et B. Orzechowska-Wylegala et al. (65) ont analysé la concentration du cadmium dans le sang, les urines et les dents de lait. Nous constatons que les valeurs des taux sanguin, urinaire et dentaire sont plus élevées chez les personnes évitant le gluten. Ces valeurs n'atteignent pas les niveaux de toxicité sanguine reconnus à 1 µg/L pour les non-fumeurs et à 2 µg/L pour les fumeurs, fixés par l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) et par le laboratoire Unilabs (65, 74). Les concentrations urinaires de cadmium obtenues dans les trois études sont également inférieures à la valeur de référence fixée à 0.5 µg/L par le laboratoire Unilabs (65). Il n'existe actuellement pas de valeur de référence pour la concentration de cadmium dans les dents.

Le cadmium et le plomb s'accumulent dans les dents car le tissu dentaire dur est formé de plusieurs minéraux dont le calcium qui a une capacité limitée à libérer les éléments accumulés. Les métaux lourds peuvent être ainsi bioaccumulés dans les tissus calcifiés.

Nous constatons ainsi qu'une alimentation sans gluten augmente le taux de cadmium dans les liquides physiologiques et dans les dents en restant dans des valeurs acceptables.

Nous sommes étonnées de constater des différences importantes entre les normes sanguines et urinaires obtenues par Unilabs et celles utilisées dans les articles. D'une part, nous avons peu d'informations quant aux références de Unilabs et, d'autre part, les études analysées n'apportent pas suffisamment de précision par rapport à leurs références.

Population

Comme présenté dans la méthodologie, nous avons fait le choix d'intégrer les enfants et les personnes cœliaques à nos recherches. Ce choix se base sur plusieurs éléments de réflexion.

La preuve d'effets néfastes sur la santé des consommateurs sans gluten adultes laisse penser que les effets seront également présents chez les enfants et de manière renforcée. Premièrement, les enfants étant plus petits, les valeurs toxicologiques de références sont plus basses et la concentration s'élève plus rapidement. Par conséquent, les valeurs toxicologiques de références (VTR) sont plus rapidement dépassées (27). Deuxièmement, l'exposition des enfants aux métaux lourds est plus élevée que celle des adultes. L'EFSA estime l'exposition à l'arsenic des enfants de moins de trois ans trois fois supérieure à celle des adultes (32, 75). La Food and Drug Administration (30, 75) a décelé une importante concentration d'arsenic dans des produits alimentaires destinés aux enfants et nourrissons. L'enquête nationale sur l'alimentation menuCH (69) a analysé une consommation de riz et de produits à base de riz plus élevée chez les enfants que chez les adultes. Un article de K. Rehman (27) explique que l'exposition est plus élevée chez les enfants en bas âge car ils rampent sur le sol et ont ainsi un risque plus important d'être en contact avec des matériaux contenant du plomb. De plus, les enfants cœliaques sont exposés plus longtemps aux aliments sans gluten et sont ainsi plus exposés aux métaux qui nous préoccupent. L'ensemble des études analysées placent les enfants dans la catégorie des populations à risque. Les conséquences d'une exposition excessive peuvent avoir des impacts négatifs importants sur la santé, notamment sur le développement cognitif (30).

Notre travail ne fait pas de distinction entre les personnes cœliaques et le reste de la population, car nous nous intéressons à l'alimentation sans gluten de manière générale.

Cependant, L. Elli et al. ont soulevé que le régime sans gluten pouvait favoriser la libération du mercure intracellulaire dans le sang et que cela pouvait être la cause de son augmentation (34). Après de nombreuses recherches, cette étude est la seule à appuyer cette hypothèse et il est donc difficile de développer ce thème dans notre travail.

Analyse de produits

Nous avons comparé les résultats de notre analyse de produits avec la littérature scientifique. De cette façon, nous souhaitons mettre en lien les différentes analyses de produits et renforcer ou critiquer nos propres résultats.

De nombreuses études mettent en lien une alimentation sans gluten et un déséquilibre nutritionnel pour les patients cœliaques et les patients non-cœliaques. La cause serait due à une différence importante en macro et micronutriments dans les produits industriels sans gluten en comparaison à leur équivalent avec gluten. J. Miranda et al. (76) ont publié une étude en 2014 dans laquelle 206 produits sans gluten et leurs équivalents les plus consommés en Espagne, ont été analysés. Les résultats mettent en avant que les produits sans gluten, notamment les produits de boulangerie, ont un apport protéique plus faible que leur homologue avec gluten. Ils sont également deux fois plus riches en matières grasses, dont principalement des acides gras saturés. Les pâtes, les barres de céréales et les farines analysées présentent un taux plus élevé en sodium et plus faible en fibres. La teneur énergétique totale est plus faible. Les résultats étant significatifs, les auteurs rendent attentifs les consommateurs sur le déséquilibre alimentaire possiblement engendré par ces aliments.

M. Cornicelli et al. (77) ont analysé les mêmes variables sur 235 produits italiens sans gluten en 2018. Les résultats mettent également en avant des teneurs en protéines et en fibres plus faibles dans les produits sans gluten par rapport à leurs homologues avec gluten. Cependant, ils concluent que les produits sans gluten sont plus ou moins similaires à leurs équivalents avec gluten dans la teneur en énergie, en matières grasses, en acides gras saturés, en glucides, en sucres et en sel.

Les résultats des études existantes sur ce sujet présentent de nombreuses contradictions et les limites sont multiples. Les deux études présentées ci-dessus, rejoignent certains de nos résultats, mais en contredisent d'autres. En effet, nos résultats montrent une teneur énergétique, protéique, lipidique, en acides gras et en sel moins importants dans les produits sans gluten. Néanmoins, les différences restent faibles, de l'ordre de 19 kcal/100g et moins de 3g/100g pour les macro et micronutriments. Selon nous, cela influence peu les valeurs nutritionnelles du produit. En effet, les produits avec et sans gluten ont des valeurs nutritionnelles relativement similaires, ce qui n'impacte pas les apports en macro et micronutriments hebdomadaires des personnes soumises à ce régime.

Nous émettons plusieurs hypothèses pouvant expliquer ces divergences avec les articles scientifiques. Premièrement, le pays où l'étude a été faite va influencer les résultats. En effet, les produits sont différents d'un pays à l'autre et les réglementations alimentaires vont également varier selon le type d'aliment. Les gammes de produits sont par exemple plus larges aux États-Unis. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (78) affirme que la teneur en nutriments des aliments peut varier de manière significative en raison de plusieurs facteurs. Une des causes peut provenir de l'environnement, de la génétique et de la transformation des produits bruts d'origine animale ou végétale. Le sol, le climat, les variétés, les conditions de stockage, les traitements, etc. peuvent aussi influencer la qualité nutritionnelle. Une autre cause provient des habitudes alimentaires distinctes à chaque pays ; ce qui se traduit par des aliments, des recettes et des produits vendus bien spécifiques. Les aliments commercialisés par la même marque peuvent avoir des compositions différentes d'un pays à l'autre. Ils sont adaptés en fonction des goûts locaux ou de la législation. Une troisième cause peut provenir de la biodiversité qui influence la composition d'un aliment.

Deuxièmement, la taille de l'échantillon de notre analyse de produits est faible. Nos résultats sont donc difficilement généralisables à l'ensemble des produits du marché suisse. En choisissant d'autres produits, nos résultats auraient pu être différents et donc se rapprocher ou s'éloigner encore plus de la littérature existante. Pour finir, plusieurs études ont également mis en avant l'existence de différence nutritionnelle importante entre les produits de différentes marques alimentaires. En conclusion, l'origine, la marque, le choix et le nombre de produits peuvent influencer les résultats.

Additifs et conséquences

Dans ce travail, nous avons souhaité mettre en avant la problématique des additifs alimentaires, car cette problématique est actuelle. Elle est la raison de nombreux questionnements chez les consommateurs. Lors de notre analyse de produits, nous avons comparé les nombres d'additifs entre les produits similaires avec et sans gluten. Les deux gammes d'aliments contiennent des additifs alimentaires. Nous pouvons montrer à l'aide de nos résultats que les produits sans gluten contiennent généralement plus d'additifs que leur équivalent avec gluten. Les additifs les plus utilisés dans les produits sans gluten analysés sont les épaississants, tels que la gomme guar (E412), les émulsifiants, comme la lécithine de soja (E322) et les acidifiants, principalement l'acide citrique (E330).

Le seuil maximal d'additifs présents dans l'alimentation est déterminé par la loi. Il permet d'exclure ou de réduire au maximum les risques de toxicité ou d'effets cancérogènes (79). Cependant, le CIRC (agence de recherche sur le cancer de l'OMS) met en garde la population sur les potentiels effets cancérogènes des certains additifs présents dans les produits industriels avec et sans gluten (80). De plus, deux études américaines montrent que certains colorants alimentaires pourraient provoquer des risques d'hyperactivité chez les enfants (81, 82).

Certains additifs sont en cours de réévaluation par l'EFSA pour établir des nouveaux seuils de sécurité (83). Le Comité d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires (JECFA) informe que les pays peuvent autoriser l'utilisation de certains additifs à doses spécifiques, dans des aliments spécifiques (84). Ce qui peut engendrer, selon nous, des problèmes de sécurité alimentaire lorsque les produits de certains commerces proviennent de l'étranger.

Nous connaissons peu les effets de chaque substance prise séparément mais nous n'avons pas encore assez d'informations sur la consommation simultanée de plusieurs additifs et ainsi de leurs effets synergiques (79).

Nos résultats n'ont pas montré de différence nette sur le nombre d'additifs présents dans les produits avec et sans gluten. Selon nous, la problématique des additifs n'est pas spécifique aux produits sans gluten car ils sont présents dans un grand nombre de produits ultra-transformés. De plus, la littérature scientifique mettant en lien les additifs présents dans produits sans gluten et les risques pour la santé est faible, voire inexistante.

Prix et disponibilité

Prix :

Notre analyse a démontré que 90% des produits ultra-transformés sans gluten sont en moyenne deux fois plus chers que leur équivalent avec gluten. En 2014, la Fédération Romande des Consommateurs (FRC) a analysé le prix de huit produits sans gluten achetés dans les magasins diététiques, les pharmacies et les supermarchés romands en comparaison à leur équivalent avec gluten achetés à la Migros. Il en ressort que le budget alimentaire mensuel des personnes suivant une alimentation sans gluten est 2,5 fois supérieur à celui de la population générale dans les supermarchés et les pharmacies. Ce coût est 3,5 fois supérieur

dans les magasins diététiques (52). La FRC estime que cela représente, par mois, un coût alimentaire de 146% à 256% plus élevé (85). En Suisse, les adultes diagnostiqués cœliaques ont la possibilité de déduire un forfait annuel dans leur déclaration d'impôts. Ce montant va s'associer aux autres frais médicaux déductibles. Ce montant va varier suivant les cantons, entre 1'800.- (Berne) et 2'500.- (Genève) (86).

Etant donné l'augmentation de la consommation de produits sans gluten dans la population exempte de maladie, cet aspect nous semble essentiel à mettre en évidence. Une alimentation sans gluten représente une augmentation importante du coût alimentaire du ménage, alors que la qualité nutritionnelle des produits reste controversée.

De plus, l'intérêt des produits sans gluten pour la population générale (hormis les patients cœliaques, souffrant de sensibilité au gluten non cœliaque ou allergiques au blé) ne fait pas l'objet de consensus dans la communauté scientifique car les études demeurent insuffisantes en nombre pour établir la preuve de leur innocuité ou, au contraire, de leurs effets néfastes pour la santé.

Disponibilité :

Trois produits sans gluten de notre analyse de produits n'étaient pas disponibles à l'achat en grandes surfaces. Nous avons remarqué que cette gamme de produits est vaste et variée mais que ces aliments sont difficilement accessibles en magasin (87). En effet, lors de la sélection des produits, il ne nous a pas toujours été possible de trouver les produits avec et sans gluten similaires dans les rayons. Les produits manquants sont accessibles uniquement sur le site de vente en ligne des magasins alimentaires. Nous pouvons attester que l'accès aux aliments ultra-transformés sans gluten est limité et contraint les consommateurs évitant le gluten à utiliser internet.

6.3. Biais

L'un des biais présents dans notre revue de littérature est l'hétérogénéité des populations étudiées. En effet, nous avons inclus une vaste population sans faire de distinctions quant au sexe, à l'âge ou l'origine des sujets. Nous pensons qu'une sélection plus poussée de la population aurait permis d'obtenir des résultats plus précis pour un seul groupe de personne.

Nous avons choisi d'effectuer nos recherches uniquement sur PubMed, Cinhal et Embase. L'utilisation d'autres bases de données aurait peut-être apporté d'autres éléments ou d'autres visions.

Pour l'analyse nutritionnelle, nous avons identifié un biais de sélection dans le choix des produits. En effet, bien que la sélection des produits se soit basée uniquement sur l'emballage et l'appellation du produit, il est possible que nos connaissances nutritionnelles aient biaisé nos choix.

Nous avons également identifié un biais dans la récolte de données. Nous avons majoritairement utilisé les valeurs nutritionnelles présentes sur les emballages des produits, cependant cela n'a pas toujours été possible. Dans ces cas-là, nous avons utilisé les informations nutritionnelles présentes sur les sites de leshop.ch et coop@home.ch. En comparant avec des produits du commerce, nous avons remarqué que les valeurs nutritionnelles n'étaient pas systématiquement similaires à celles inscrites sur l'emballage des produits. Les valeurs récoltées sur Internet peuvent donc être faussées.

Lors de la sélection des produits pour notre analyse, nous avons inclus la bière. Plus de recherches sur la classification NOVA, nous a permis de réaliser que ce produit appartient au

groupe 3 “aliments transformés” et non pas au groupe 4 “produits alimentaires et boissons ultra-transformés”. Nous avons décidé de le garder car nous voulions analyser des produits de chaque catégorie alimentaire.

6.4. Limites

La limite principale de notre revue de littérature est le manque d'informations et de précisions sur les normes sanguines et urinaires utilisées dans les études et par Unilabs. Cela présente un sérieux obstacle dans l'analyse de résultats et dans la prise de position.

L'analyse nutritionnelle de produits présente plusieurs limites. Premièrement, l'échantillon de produits sélectionnés reste faible. Cela ne permet pas de généraliser nos résultats à l'ensemble des produits existants. Deuxièmement, nous avons fait le choix de sélectionner nos produits uniquement dans les magasins Coop et Migros. Cela limite la provenance des produits et les résultats pourraient varier dans d'autres magasins. Troisièmement, les produits sans gluten et leur équivalent ne sont pas toujours de la même marque, ce qui peut apporter des différences de fabrications. Pour finir, nous avons analysé la présence de riz dans les produits sans gluten. C'est un indicateur de la consommation en arsenic de la population, mais cela n'est pas représentatif. Les concentrations d'arsenic du riz dépendent de multiples facteurs (origines, types de sols, types de culture...). Il nous est donc impossible d'apporter, avec nos moyens actuels, plus de précision sur cet indicateur.

Au vu de l'intérêt suscité par notre choix, nous regrettons que le temps imparti à notre travail n'ait pas été plus conséquent. En effet, au départ, nous n'avions pas imaginé que les pistes seraient si nombreuses. Ce sujet est vaste et complexe et mériterait plus de temps pour approfondir la recherche en y apportant, notamment l'expertise de professionnels de la santé.

6.5. Points forts

Premièrement, notre travail permet d'avoir une vision globale de l'ensemble des éléments entrant en compte dans une alimentation sans gluten. Nous avons analysé le risque lié à la présence de métaux lourds, mais également la qualité nutritionnelle des produits, la présence d'additifs, le prix et la disponibilité des produits. Deuxièmement, malgré le nombre limité de bases de données utilisées, nous avons observé que les articles sélectionnés apparaissent de manière récurrente dans l'ensemble des bases de données et qu'il existe des revues de littérature analysant certains de nos articles (47, 88). Cela nous permet de supposer que notre revue de littérature est complète. Troisièmement, les études sélectionnées sont relativement récentes, entre 2011 et 2019. Cela nous a permis d'avoir des informations actuelles. Pour finir, malgré les différences internationales entre les denrées alimentaires, notre analyse de produits représente une réalité locale basée sur une proportion définie de produits choisis.

7. Perspectives

Ce travail a deux utilités. Premièrement, nous sommes conscientes des limites de l'impact des résultats chez les personnes cœliaques, sensibles au gluten non cœliaques ou allergiques, car il n'existe pas, pour eux, d'autres alternatives à l'alimentation sans gluten. Cependant, cela renforce les conseils nutritionnels préconisant la diversification alimentaire. En effet, une alimentation équilibrée et diversifiée permet de limiter la consommation excessive de produits riches en métaux lourds, comme le riz et par conséquent de limiter les risques d'intoxication chronique. Deuxièmement, ce travail vise principalement les personnes non cœliaques suivant une alimentation sans gluten. Nous avons souhaité mettre en avant les risques et les contraintes liés à cette alimentation.

Les diététicien(ne)s rencontrent de plus en plus de patients optant pour l'alimentation sans gluten et ce travail leur permettra d'avoir une vision plus précise sur la concentration des métaux lourds dans l'organisme en lien avec une alimentation sans gluten. L'analyse des produits leur permet de se positionner sur la qualité nutritionnelle des aliments ultra-transformés avec et sans gluten.

Dans notre analyse nutritionnelle, nous avons comparé des produits équivalents avec et sans gluten pour cent grammes. Cependant, nous avons également effectué la récolte de données par portion de la Société Suisse de Nutrition (SSN) (89) ou par portion indiquée sur l'emballage (Annexe ...). Cela permet aux professionnels d'avoir des données sur les quantités éventuellement consommées par la population.

Pour compléter ce travail et apporter des outils supplémentaires aux diététicien(ne)s, il serait intéressant de créer une liste d'astuces permettant la limitation de l'exposition aux métaux ingérés par l'alimentation chez les personnes suivant une alimentation sans gluten, pour cela il faudrait effectuer des recherches supplémentaires.

8. Conclusion

L'alimentation sans gluten provoque une augmentation du taux d'arsenic, de mercure, de plomb et de cadmium dans le sang, l'urine et les dents. Pratiquement, aucune des valeurs n'atteint les concentrations critiques fixées par les laboratoires et par les sociétés savantes. Cependant, Il se peut que les métaux lourds ne soient pas éliminés avec le temps et qu'ils s'accumulent dans l'organisme. Il faut donc plus de recherches sur le long terme car le manque de preuves scientifiques ne permet pas d'affirmer s'il existe ou non un risque pour la santé.

Il est important de prendre en compte les divers facteurs d'exposition aux métaux lourds, autres que l'alimentation, pouvant influencer la concentration de l'organisme. En effet, il existe des facteurs d'exposition volontaires (le tabagisme, le mode de vie, etc.) et involontaires (l'air, le lieu de travail, etc.) pouvant avoir des impacts conséquents sur la santé. Le temps d'exposition et les facteurs intra-individuels influencent également le métabolisme, l'accumulation et l'élimination des métaux lourds de l'organisme. Ce travail ne montre pas de réels risques pour l'ensemble de la population. Il existe tout de même des populations plus à risques, telles que les enfants dont l'exposition est plus importante par rapport à leur poids.

En Suisse, les produits ultra-transformés sans gluten présentent des différences nutritionnelles par rapport à leur équivalent avec gluten. Cependant, ces divergences restent moindres et influencent peu la qualité nutritionnelle de ces produits. La comparaison avec la littérature existante montre des résultats controversés car les études proviennent de pays différents. C'est pourquoi, il serait nécessaire d'avoir des études supplémentaires et à plus grande échelle en Suisse.

En tant que futures diététiciennes, nous ne recommandons pas une alimentation sans gluten sans raison médicale. Malgré la similitude entre les produits suisses ultra-transformés avec et sans gluten, il nous semble important de prendre en compte l'augmentation du risque d'intoxication en métaux lourds. De plus, les gammes de produits sans gluten représentent un coût plus élevé, ont une disponibilité en magasin plus faible et contiennent plus d'additifs et d'ingrédients dont les effets sur la santé sont mal connus.

Pour conclure, ce travail permet de renforcer les conseils nutritionnels auprès des personnes cœliaques dont le régime sans gluten est le seul traitement. En effet, les professionnels de la santé peuvent prévenir l'exposition excessive en métaux lourds en proposant une alimentation variée et limitée en produits ultra-transformés.

9. Bibliographie

1. Société Suisse de Nutrition (SSN). Le gluten [En ligne]. Berne : SSN ; 2018 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : http://www.sge-ssn.ch/media/Feuille-d-info_Gluten-2018.pdf
2. Larousse. Gluten [En ligne]. [Consulté le 15 mai 2019]. Disponible : <https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/gluten/55681>
3. Association suisse romande de la coeliakie. Manger sans gluten. Association suisse romande de la coeliakie; 2009
4. Dr Fasano A. Se libérer du gluten : le guide de la sensibilité au gluten et de la maladie cœliaque. Vanves Cedex : Marabout ; 2017
5. Syndicat national des Fabricant de Produits intermédiaires pour boulangerie, pâtisserie et biscuiterie (SYFAB). Le gluten [En ligne]. Paris [Consulté le 06 juin 2019]. Disponible : <http://www.syfab.fr/ActiviteDetails.aspx?act=105&lid=5&rid=267>
6. Araya M., Bascuñán K., Vespa M., Celiac disease: understanding the gluten-free diet [En ligne]. Berlin : Springer-Verlag; 2016 [Consulté le 20 décembre 2018]. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27334430>
7. Bouquelet S., Les gluténines [En ligne]. Lille : Université des Sciences et Technologies de Lille ; 2016 [Consulté le 06 juin 2019]. Disponible : http://biochim-agro.univ-lille1.fr/proteines/co/ch3_II_b.html
8. Ordonnance du DFI concernant l'information sur les denrées alimentaires ; Ordonnance, 817.022.16 (01 mai 2017)
9. Ludvigsson J., Leffler D., Bai J., Biagi F., Fasano A., Green P., Hadjivassiliou M., Kaukinen K., Kelly C., Leonard J., Lundin K., Murray J., Sanders D., Walker M., Zingone F., Ciacci C., The oslo definitions for coeliac diseases and related terms [En ligne]. BMJ Journals; 2012 [Consulté le 15 mai 2019]. Disponible : <https://gut.bmj.com/content/62/1/43.full>
10. Association française des intolérants au gluten (AFDIAG). Le logo "épi de blé barré". [En ligne]. Paris ; 2015 [Consulté le 04 décembre 2018]. Disponible : <http://www.afdiag.fr/dietetique/le-logo-epi-ble-barre/>
11. SGS. Certification "épi de blé barré" de produits sans gluten" [En ligne]. 2019 [Consulté le 06 juin 2019]. Disponible: <https://www.sgs.com/fr-fr/agriculture-food/food/food-certification/gluten-free-certification-services/crossed-grain-symbol-gluten-free-product-certification>
12. Codex Alimentarius. Norme pour les aliments diététiques ou de régime destinés aux personnes souffrant d'une intolérance au gluten [En ligne]. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et l'Organisation mondiale de la Santé ; 2008 [Consulté le 06 juin 2019]. Disponible: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/fr/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCODEX%2BSTAN%2B118-1979%252FCXS_118f_2015.pdf
13. Newberry C., McKnight L., Saray M., Pickett-Blakely. Going Gluten Free : the History and Nutritional Implications of Today's Most Popular Diet [En ligne]. Current Gastroenterology Reports. 2017. [Consulté le 04 décembre 2018] Disponible : <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11894-017-0597-2>
14. Bulka C., Davis M., Karagas M., Ahsan H., and Argos M., The Unintended Consequences of a Gluten-Free Diet [En ligne]. HHS Public Access ; 2018 [Consulté le 20 décembre 2018]. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5429976/>

15. Christoph M.J., Larson N., Hootman K.C., Miller J.M., Neumark-Sztainer D. Who values Gluten-Free ? Dietary intake, behaviors, and sociodemographic characteristics of young adults who value gluten-free food [En ligne]. The Academy of Nutrition and Dietetics. 2018 [Consulté le 04 décembre 18]. Disponible : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212267218305070>
16. LeShop.ch. Régimes spécifiques [En ligne]. Migros [Consulté le 05 juillet 2019]. Disponible : <https://www.leshop.ch/fr/supermarket/special-diets>
17. Coop. Pour allier plaisir et bien-être [En ligne]. Coop [Consulté le 05 juillet 2019]. Disponible : <https://www.coop.ch/fr/labels/free-from.html>
18. Zbinden V. La vogue des produits sans gluten engloutit la Suisse romande [En ligne]. Le Temps ; 2014 [Consulté le 05 juillet 2019]. Disponible: <https://www.letemps.ch/societe/vogue-produits-gluten-engloutit-suisse-romande>
19. Davis W. Create a grain-free lifestyle without sacrificing nutrition, variety, or taste [En ligne]. [Consulté le 05 juillet 2019]. Disponible : <https://www.wheatbellyblog.com/>
20. Perrin L. Allès, B, Buscail C. Ravel C. Hercberg S., Julia C., Kesse-Guyot E., Exclusion du gluten : Caractéristiques socio-démographiques, motivations et profils alimentaires [En ligne]. Elsevier ; 2019 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S098505621930425X>
21. Coattrenec Y., Harr T., Pichard C., Nendaz M. Bienfaits du régime sans gluten : mythe ou réalité? [En ligne]. Revue médicale suisse ; 2015 [Consulté le 05 juillet 2019]. Disponible : <https://www.revmed.ch/RMS/2015/RMS-N-490/Bienfaits-du-regime-sans-gluten-mythe-ou-realite>
22. Flor F. Régime sans gluten, pourquoi un tel engouement ? [En ligne]. onsoglobe.com ; 2015 [Consulté le 05 juillet 2019]. Disponible : <https://www.consoglobe.com/gluten-regime-sans-cq>
23. Reilly N.R. The gluten-free diet: recognizing fact, fiction, and fad. [En ligne]. The journal of pediatrics ; 2016 [Consulté le 05 juillet 2019]. Disponible : [https://www.jpeds.com/article/S0022-3476\(16\)30062-2/fulltext](https://www.jpeds.com/article/S0022-3476(16)30062-2/fulltext)
24. Aha! Centre d'Allergie Suisse en collaboration avec le Conseil scientifique. Maladie coeliaque [En ligne]. Berne : aha! centre d'Allergie Suisse [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible: <https://www.aha.ch/centre-allergie-suisse/info-allergies/allergies-intolerances/intolerances-alimentaires/maladie-coeliaque/?oid=1471&lang=fr>
25. Gleize C. Les résultats du baromètre sur les sans gluten 2019 [En ligne]. Because Gus ; 2019 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://because-gus.com/les-resultats-du-barometre-sur-les-sans-gluten-2019/>
26. Association santé environnement France. Les métaux lourds : la synthèse de l'ASEF [En ligne]. Aix-en-Provence : 2017 [Consulté le 23 mai 2019]. Disponible: <http://www.asef-asso.fr/production/les-metaux-lourds-la-synthese-de-lasef/>
27. Rehman K, Fatima F, Waheed I, Akash M. Prevalence of exposure of heavy metals and their impact on health consequences [En ligne]. Wiley Journal of cellular Bio Chemistry ; 2017 [Consulté le 23 mai 2019]. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28643849>
28. Raehsler S, Seon Choung R, Marietta E, Murray J. Accumulation of Heavy Metals in People on a Gluten-Free Diet [En ligne]. AGA Institute ; 2018 [Consulté le 28 mai 2019]. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28223206>
29. Boisset M. Les "métaux lourds" dans l'alimentation : quels risques pour les consommateurs ? Heavy metals in food: What risks for consumers? Hes-so; 2018.
30. Lai P., Cottingham K., Steinmaus C., Karagas M., Miller M. Arsenic and Rice: Translating Research to Address Health Care Providers' Needs [En ligne]. San Francisco: HHS Public Access; 2015 [Consulté le 28 mai 19]. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4779445/>

31. Centre for Food Safety and Applied Nutrition Food and Drug Administration U.S. Department of Health and Human Services. Arsenic in Rice and Rice Products: Risk Assessment Report [En ligne]. 2016 [Consulté le 28 mai 2019]. Disponible : <https://www.fda.gov/media/96071/download>
32. EFSA. Avis scientifique sur l'arsenic dans les aliments [En ligne]. EFSA ; 2009 [Consulté le 28 mai 19]. Disponible : <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2009.1351>
33. Unilabs. Catalogue des analyses [En ligne]. Neuchâtel ; 2018 [Consulté le 24 juin 2019]. Disponible : <https://catalogue.unilabs.ch/Pages/AnalysisSearchResultPage.aspx>
34. Elli L, Rossi V, Conte D, Ronchi A, Tomba C, Passoni M, Bardella MT, Roncoroni L, Guzzi G. Increased Mercury Levels in Patients with Celiac Disease following a Gluten-Free Regimen [En ligne]. Gastroenterology Research and Practice ; 2015 [Consulté le 28 mai 2019]. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Increased+Mercury+Levels+in+Patients+with+Celiac+Disease+following+a+Gluten-Free+Regimen>
35. EFSA. Mercure dans les aliments- l'EFSA actualise ses conseils concernant les risques pour la santé publique [En ligne]. EFSA ; 2012 [Consulté le 28 mai 2019]. Disponible : <https://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/121220>
36. EFSA. Scientific opinion on lead in food [En ligne]. EFSA ; 20 avril 2010 [Consulté le 19 décembre 2018]. Disponible : <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2010.1570>
37. Organisme mondial de la Santé (OMS). Intoxication au plomb et santé [En ligne]. OMS ; 2018 [Consulté le 24 juin 2019]. Disponible : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
38. Organisme mondial de la Santé (OMS). Programme international sur la sécurité des substances chimiques : Cadmium [En ligne]. OMS ; 2019 [Consulté le 24 juin 2019]. Disponible : https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/cadmium/fr/
39. FuturaMaison. PVC [En ligne] . 2019 [Consulté le 24 juin 2019]. Disponible : <https://www.futura-sciences.com/maison/definitions/batiment-pvc-10875/>
40. FuturaSciences. Cadmium [En ligne]. 2019 [Consulté le 24 juin 2019]. Disponible : <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie-cadmium-14864/>
41. Anses. Avis de l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la révision des teneurs maximales en cadmium des denrées alimentaires destinées à l'homme [En ligne]. Maisons-Alfort: Anses; 24 novembre 2011 [Consulté le 18 décembre 2018]. Disponible : <https://www.anses.fr/fr/system/files/RCCP2011sa0194.pdf>
42. Bonvallot N. Valeurs toxicologiques de référence (VTR): méthodes d'élaboration et nouvelles approches: Utilisation de la benchmark dose pour l'évaluation des risques sanitaire [En ligne]. Rennes: EHESP - Département Santé Environnement Travail; 2009 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://bvs.anses.fr/sites/default/files/BVS-mg-011-BONVALLOT2.pdf>
43. GIBNEY MJ. Définir les aliments ultra-transformés [En ligne]. Cerin; 2019 [mise à jour le 05 avril 2019, consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://www.cerin.org/etudes/definir-les-aliments-ultra-transformes/>
44. Open Food Facts. Classification NOVA pour la transformation des aliments : une classification en 4 groupes pour mettre en évidence le degré de transformation des aliments [En ligne]. 2016 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://fr.openfoodfacts.org/nova>
45. Monteiro C, Cannon G, Levy R. NOVA. The star shines bright [Internet]. Sao Paulo ; 2016 [consulté le 27 juin 2019]. Disponible :

<http://archive.wphna.org/wpcontent/uploads/2016/01/WN-2016-7-1-3-28-38-Monteiro-Cannon-Levy-et-al-NOVA.pdf>

46. Monteiro C, Cannon G, Moubarac J-C, Levy R, Louzada M-L, Jaime PC. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing, Public Health Nutrition, Cambridge Core [Internet]. [Consulté le 27 juin 2019]. Disponible sur: <https://www.cambridge.org/core/journals/public-health-nutrition/article/un-decade-of-nutrition-the-nova-food-classification-and-the-trouble-with-ultra-processing/2A9776922A28F8F757BDA32C3266AC2A>
47. Wünsche J., Lambert C., Biesalski H.K, Gola U.. Free from Gluten - Free from Problems? Risk of increased Uptake of Heavy Metals Following a Gluten Free diet. *Aktuel Ernährungsmed* 2018; 43(06): 475-478
48. Pellegrini N, Agostoni C. Nutritionnal aspects of gluten-free products [En ligne]. Society of Chemical Industry; 2015 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25615408>
49. Kim E. Le gluten nous rend-il tous malade ? [En ligne]. Fédération Romande des Consommateurs; 2014 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://www.frc.ch/le-gluten-nous-rend-il-tous-malades%E2%80%89>
50. Neyrinck AM, Delzenne NM. Potential interest of gut microbial changes induced by non-digestible carbohydrates of wheat in the management of obesity and related disorders [En ligne]. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic care*; 2011 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20823777>
51. Ounnas F, Privé F, Tottey W, Salen P, Hazane-Puch F, Laporte F, et al. P191: La consommation de seigle complet augmente les acides gras à chaîne longue oméga-3 et modifie le profil du microbiote intestinal chez le rat [En ligne]. *Nutrition Clinique et Métabolisme* ; 2014 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0985056214708337>
52. Reymondin S, Kim E. Quel est le surcoût mensuel, pour les malades coeliaques, des aliments sans gluten ? Notre coup de sonde. [En ligne]. Fédération Romande des Consommateurs; 2014 [Consulté le 27 juin 2019]. Disponible : <https://www.frc.ch/jusqua-35-fois-plus-chers/>
53. Aha! Centre d'Allergie Suisse [En ligne]. Berne : Aha! Centre d'Allergie Suisse ; 2019 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://www.aha.ch/centre-allergie-suisse/bienvenue/?oid=1641&lang=fr>
54. Sindic M. Les produits “sans” pas sains ? Quelle composition modifiée ? [En ligne]. Paris : Club Européen des Diététiciens de l'enfance ; 2017 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://orbi.uliege.be/handle/2268/210475>
55. Alimentarium. Que sont les additifs alimentaires ? [En ligne]. Fondation Nestlé [Consulté le 27 juin 2019]. Disponible : <https://www.alimentarium.org/fr/savoir/que-sont-les-additifs-alimentaires>
56. Initiative Gluten. Les produits avec et sans gluten : des différences notables. [En ligne]. 2019 [Consulté le 27 juin 2019]. Disponible : <http://initiativegluten.com/les-produits-avec-et-sans-gluten-des-differences-notables/>
57. Science presse. Les indispensables hydrocolloïdes. [En ligne]. Agence Science-Presse ; 2012 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://www.sciencepresse.qc.ca/blogue/2012/03/10/indispensables-hydrocolloides>
58. Witczaka M, Ziobrob R, Juszczak L, Korus J. Starch and starch derivatives in gluten-free systems – A review. [En ligne]. *Journal of Cereal Science* ; 2016 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521015300382>

59. Anton A, Artfield S. Hydrocolloids in gluten-free breads : A review. [En ligne]. Journal International Journal of Food Sciences and Nutrition ; 2009 [Consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09637480701625630?journalCode=ijf20>
60. Ordonnance du DFI concernant les additifs admis dans les denrées alimentaires ; Ordonnance sur les additifs, OAdd, 817.022.31 (25 novembre 2013)
61. Ecole de Santé de Suisse Romande. Zoom sur les additifs alimentaires : qu'est-ce que c'est ? à quoi ça sert ? ESSR. [En ligne]. ESSR Ecole de Santé de Suisse Romande ; 2015 [Consulté le 27 juin 2019]. Disponible : <https://essr.ch/blog/additifs>
62. Société Suisse de Nutrition. La pyramide alimentaire suisse ; Recommandation alimentaires pour adultes, alliant plaisir et équilibre. SSN. [En ligne]. Berne ; 2014 [Consulté le 27 juin 2019]. Disponible : http://www.sge-ssn.ch/media/sge_pyramid_long_F_2014.pdf
63. Ordonnance du DFI sur l'étiquetage et la publicité des denrées alimentaires ; Ordonnance, OEDAI, 817.022.21 (23 novembre 2005)
64. Punshona T, Jackson B. Essential micronutrient and toxic trace element concentrations in gluten containing and gluten-free foods. Food Chem. 2018;252:258-264. doi:10.1016/j.foodchem.2018.01.120.
65. Orzechowska-Wylęgała B, Obuchowicz A, Malara P, Fischer A, Barbara Kalita B. Cadmium and lead accumulate in the deciduous teeth of children with celiac disease or food allergies. J. Stomat. Occ. Med. 2011;4:28–3. doi:10.1007/s12548-011-0005-8
66. Munera-Picazo S, Burlo F, Carbonell-Barrachina A.A. Arsenic speciation in rice-based food for adults with celiac disease. Food Additives & Contaminants 2014;31;8;1358-1366 doi :10.1080/19440049.2014.933491
67. Munera-Picazo S, Ramírez-Gandolfo A, Burlo F, and Carbonell-Barrachina A.A. Inorganic and Total Arsenic Contents in Rice-Based Foods for Children with Celiac Disease. Journal of Food Science 2014 ;79:1:122-128. doi:10.1111/1750-3841.12310
68. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz. Umweltbundesamt. Stoffmonographie Arsen – Referenzwert für Urin. [En ligne]. Berlin : Springer-Verlag; 2003 [Consulté le 24 juin 2019]. Disponible: [https://link.springer.com/article/10.1007/s00103-003-0710-6?view=classic#page-2%20\(%C3%9Cberpr%C3%BCfungsdatum%202017-06-30\)](https://link.springer.com/article/10.1007/s00103-003-0710-6?view=classic#page-2%20(%C3%9Cberpr%C3%BCfungsdatum%202017-06-30))
69. Guillod-Magnin R, Brüscheweiler B. Bulletin nutritionnel suisse 2019: Exposition de la population Suisse à l'arsenic par la consommation de riz et de produits à base de riz [En ligne]. Berne : Office fédérale de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV); 2019 [Consulté le 25 juin 2019]. Disponible: https://www.blv.admin.ch/dam/blv/fr/dokumente/lebensmittel-und-ernaehrung/publikationen-forschung/ernaehrungsbulletin-reis-arsen.pdf.download.pdf/Ernaehrungsbulletin-Reis_FR.pdf
70. Institut national de santé publique du Québec. Substances chimiques avec indicateur biologique : seuils de déclaration par les laboratoires – Rapport final. [En ligne]. Institut national de santé publique du Québec ; 2004 [Consulté le 25 juin 2019]. Disponible : <https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/328-SeuilsDeclarationLabo-AvisMercure.pdf>
71. Unilabs. Hg-Mercure. [En ligne]. Unilabs; 2018 [Consulté le 24 juin 2019]. Disponible: <https://catalogue.unilabs.ch/Pages/AnalysisDetailPage.aspx?CatalogId=8&VariantId=47277&CurrentLaboratoryId=296&laId=38828&is=0>
72. Etudes et vie. Dernière minute : Le dosage du mercure dans le sang et l'urine n'ont aucune signification ! [En ligne]. GlobalIn Pack ; 2010 [Consulté le 25 juin 2019].

- Disponible: <http://www.etudesetvie.be/115-derniere-minute-le-dosage-du-mercure-dans-le-sang-et-l-urine-n-ont-aucune-signification.html>
73. Institut national de recherche et de sécurité. Cadmium et composés minéraux / Cadmium sanguin. [En ligne]. INRS ; 2018 [Consulté le 25 juin 2019]. Disponible : http://www.inrs.fr/publications/bdd/biotox/dosage.html?refINRS=Dosage_20
 74. Unilabs. Cd-Cadmium. [En ligne]. Unilabs; 2018 [Consulté le 24 juin 2019]. Disponible: <https://catalogue.unilabs.ch/Pages/AnalysisDetailPage.aspx?CatalogId=8&VariantId=46312&CurrentLaboratoryId=296&laald=38412&is=0>
 75. Food and Drug Administration. FDA proposes limit for inorganic arsenic in infant rice cereal [En ligne]. FDA ; 2016 [Consulté le 27 juin 2019]. Disponible : <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-proposes-limit-inorganic-arsenic-infant-rice-cereal>
 76. Miranda J, Lasa A, Bustamante M, Churrua I, Simon E. Nutritional Differences Between a gluten-free Diet and a Diet Containing Equivalent Products with Gluten [En ligne]. New-York: Springer Science+Business Media; 2014 [Consulté le 21 juin 2019]. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24578088>
 77. Cornicelli M, Saba M, Machello N, Silano M, Neuhold S. Composition nutritionnelle des aliments sans gluten par rapport aux aliments ordinaires vendus sur le marché italien. [En ligne]. Maladie digestive et hépatique ; 2018 [Consulté le 21 juin 2019]. Disponible : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1590865818307254?via%3Dihub>
 78. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. International Network of Food Data Systems (INFOODS): Défis. [En ligne]. FAO ; 2019 [Consulté le 21 juin 2019]. Disponible : <http://www.fao.org/infoods/infoods/defis/fr/>
 79. Fondation contre le cancer. Additifs alimentaires et cancer. [En ligne]. Fondation contre le cancer ; 2018 [Consulté le 05 juillet 2019]. Disponible : <https://www.cancer.be/les-cancers/facteurs-de-risque/possibles/additifs-contaminants-et-alimentation>
 80. Cancer Environnement. CIRC ; Vol.101 : Cancérogénicité de produits chimiques industriels et produits de consommation, colorants et additifs alimentaires, et sous-produits de chloration de l'eau. [En ligne]. Cancer Environnement ; 2017 [Consulté le 05 juillet 2019]. Disponible: <https://www.cancer-environnement.fr/290-Vol-101--Produits-chimiques-industriels,-produits-de-consommation.ce.aspx>
 81. Feingold B. Hyperkinesis and learning disabilities linked to the ingestion of artificial foodcolors and flavors. J Learn Disabil. 1976;9(9):551-9.
 82. McCann D, Barrett A, Cooper A, Crumpler D, Dalen L, Grimshaw K, et al. Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial. The Lancet. nov 2007;370(9598):1560-7.
 83. European Food Safety Authority. Réévaluation des additifs alimentaires. [En ligne]. EFSA; 2018 [Consulté le 05 juillet 2019]. Disponible : <https://www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/food-additive-re-evaluations>
 84. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Évaluation du risque chimique (JECFA). [En ligne]. FAO ; 2019 [Consulté le 05 juillet 2019]. Disponible : <http://www.fao.org/food/food-safety-quality/scientific-advice/jecfa/fr/>
 85. Fédération Romande des Consommateurs. Comparaison du panier avec et sans gluten : un régime sans gluten fait maigrir le porte-monnaie [En ligne]. FRC; 2014 [Consulté le 27 juin 2019]. Disponible : https://www.frc.ch/wp-content/uploads/2014/02/FRC_MC_66-comparatif-gluten-complet-copie.pdf
 86. Association Romande de la Coeliakie. Foire aux questions : Quelles sont les déductions fiscales pouvant être faites aux impôts ? [En ligne]. Association Romande de la Coeliakie; 2019 [Consulté le 27 juin 2019]. Disponible : <https://www.coeliakie.ch/la-coeliakie/f-a-q/>

87. Le Shop. Régimes spécifiques : Sans gluten [En ligne]. Migros [Consulté le 05 juillet 2019]. Disponible : <https://www.leshop.ch/fr/supermarket/special-diets/sans-gluten>
88. Wünsche J, Lambert C, Gola U, Biesalski HK. Consumption of gluten free products increases heavy metal intake. 2018;12:11-15. doi:10.1016/j.nfs.2018.06.001
89. Société Suisse de Nutrition. La pyramide alimentaire suisse : Recommandations alimentaires pour adultes, alliant plaisir et équilibre. [En ligne]. 2014 [consulté le 08 juillet 2019]. Disponible : http://www.sge-ssn.ch/media/sge_pyramid_long_F_2014.pdf

10. Annexes

Annexe I Email Coop et Migros

Annexe II Grille d'analyse de la qualité des articles de recherches – Academy of Nutrition and Dietetics (version française)

Annexe III Tableau de comparaison de onze produits ultra-transformés

Annexe IV Protocole du Travail de Bachelor

Annexe I : Email Coop et Migros

Réponse de la coop

Madame,

Votre message nous est bien parvenu et nous vous en remercions.

Pour des raisons de politique d'entreprise, aucune donnée achetée ou propre à notre entreprise concernant l'évolution de segments de marché ne sera transmise à des tiers.

Pour ces renseignements, veuillez-vous adresser directement à la société d'étude de marché The Nielsen Company GmbH (Switzerland).

En espérant pouvoir compter sur votre compréhension, nous vous prions d'agréer, Madame, nos salutations distinguées.

Coop

Réponse de la Migros

Madame,

Merci beaucoup de votre message et de l'envoi du formulaire.

Concernant votre travail de bachelor, c'est avec plaisir que nous avons contacté notre service spécialisé et prenons position comme suit :

1. L'offre de produits alimentaires sans gluten n'a cessé d'augmenter chez Migros ces dernières années. Vous trouverez en annexe la liste de tous les produits. Nous ne sommes pas en mesure de dire comment les chiffres ont précisément évolué ces 5 dernières années.

2. Nous ne communiquons pas de chiffres de vente - merci de votre compréhension.

Vous trouverez de plus amples informations via ce [lien](#).

Nous espérons que ces informations vous seront utiles et vous souhaitons beaucoup de réussite dans votre travail.

Migros

Annexe II : Grille d'analyse de la qualité des articles de recherches – Academy of Nutrition and Dietetics (version française)

Référence	
Devis d'étude	
Niveau de qualité	<input type="checkbox"/> + (Positif) <input type="checkbox"/> – (Négatif) <input type="checkbox"/> ⊙ (Neutre)
But de la recherche	
Critères d'inclusion	
Critères d'exclusion	
Description du protocole de l'étude	Recrutement : Design : Aveuglement (si applicable) : Intervention (si applicable) : Analyses statistiques :
Recueil de données	Moments de mesure : Variables dépendantes : Variables indépendantes : Autres variables en lien :
Description de l'échantillon étudié	N initial sujets: (..... Hommes ; Femmes) N final analysé : (Taux de retrait :) Age (moyenne ; groupes ; etc.): Origine : Autres caractéristiques démographiques : Données anthropométriques : Lieu de recrutement :

Résumé des résultats	Constatations principales : Constatations secondaires :
Conclusion des auteurs	
Commentaires	
Source de financement	

Analyse qualité

Symboles	Légende
+	Positif : Indique que l'article a abordé clairement les critères d'inclusion et d'exclusion, les biais, la généralisabilité, le recueil et l'analyse des données.
–	Négatif : Indique que les éléments ci-dessus n'ont pas été abordés de manière suffisante.
⊙	Neutre : Indique que l'article n'est ni particulièrement robuste ni particulièrement faible.

Checklist

Questions de pertinence	
1. En cas de résultat positif de l'intervention étudiée, est-ce que sa mise en application résulterait en une amélioration pour le groupe cible ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	O N PP NA
2. Est-ce que l'outcome ou le thème étudié (variable dépendante) est important du point de vue du groupe cible ?	O N

	PP NA
3. Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) ou le thème de l'étude est une préoccupation fréquente en pratique diététique ?	O N PP NA
4. Est-ce que l'intervention ou la procédure est réalisable/faisable ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	O N PP NA

Oui=O ; Non=N ; Peu de précisions=PP ; Ne s'applique pas=NA

Questions de validité	
1. Est-ce que la <u>question de recherche</u> a été clairement posée ? 1.1 Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) a été identifiée ? 1.2 Est-ce que les variables de résultat (outcome, variables dépendantes) ont été clairement indiquées ? 1.3 Est-ce que la population cible et le cadre de l'étude ont été spécifiés ?	O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA
2. Est-ce que la <u>sélection</u> des sujets de l'étude était exempté de biais ? 2.1 Est-ce que les critères d'inclusion et d'exclusion étaient spécifiés (facteurs de risque, stade de la maladie, critères de diagnostic, comorbidités, etc.) et avec suffisamment de détails, sans omettre ceux essentiels pour l'étude ? 2.2 Est-ce que les critères ont été appliqués de manière identique dans tous les groupes étudiés ? 2.3 Est-ce que les caractéristiques de santé, les caractéristiques sociodémographiques et les autres caractéristiques des sujets sont décrites ? 2.4 Est-ce que les sujets peuvent être considérés comme un échantillon représentatif de la population cible ?	O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA
3. Est-ce que les groupes étudiés étaient <u>comparables</u> ? 3.1 Est-ce que la méthode de répartition des sujets dans les groupes était décrite et non biaisée ? En cas d'essai contrôlé randomisé, est-ce que la méthode de randomisation était explicitée ? 3.2 Est-ce qu'au début de l'étude la distribution des caractéristiques (stade de la maladie, facteurs pronostiques ou sociodémographiques) était similaire dans les groupes de l'étude ? 3.3 Est-ce que les sujets du groupe contrôle étaient inclus en même temps que les autres sujet d'étude ? (Suivi en parallèle préféré au suivi rétrospectif) 3.4 S'il s'agit d'une étude de cohorte ou transversale, est-ce que les groupes étaient comparables en termes de facteurs de confusion et est-ce que les différences préexistantes étaient prises en compte lors des analyses statistiques ? (ajustement, p.ex.). 3.5 S'il s'agit d'une étude cas-témoin, est-ce que les facteurs de confusion potentiels étaient similaires chez les cas et les témoins ? (s'il s'agit d'une étude de cas ou si les sujets étaient leur propre contrôle [cross-over] ce critère n'est pas applicable ; idem dans certaines études transversales). 3.6 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce qu'il y avait une comparaison indépendante faite en aveugle avec un <i>Gold standard</i> ?	O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA

<p>4. Est-ce que la gestion des <u>retraits</u> (sujets ayant arrêté l'étude volontairement ou non) a été décrite ?</p> <p>4.1 Est-ce que les méthodes de suivi des sujets ont été décrites et étaient-elles identiques pour tous les groupes ?</p> <p>4.2 Est-ce que le nombre de retraits et les motifs (abandons, perdus de vue, etc.) ou le taux de réponse (études transversales) étaient décrits pour chaque groupe ? (Le taux de suivi pour une étude robuste est de 80%).</p> <p>4.3 Est-ce que tous les sujets inclus dans l'échantillon de départ ont été pris en compte dans l'analyse ?</p> <p>4.4 Est-ce que les raisons de retrait étaient similaires dans tous les groupes ?</p> <p>4.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique: est-ce que la décision d'effectuer le test de référence (gold standard) n'était pas influencée par les résultats du test étudié (nouveau test) ?</p>	<p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p>
<p>5. Est-ce que des <u>méthodes en aveugle</u> ont-été utilisées pour empêcher les biais ?</p> <p>5.1 S'il s'agit d'une étude d'intervention, est-ce que les cliniciens et les investigateurs étaient aveugles concernant l'attribution des groupes ?</p> <p>5.2 Est-ce que les personnes chargées de recueillir les données étaient aveugles concernant l'évaluation des résultats? (<i>Si le résultat était évalué par un test objectif, p.ex. une valeur biologique, ce critère est d'emblée acquis</i>).</p> <p>5.3 S'il s'agit d'une étude de cohorte ou d'une étude transversale, est-ce que les mesures de résultat et de facteurs de risque des sujets ont été effectuées à l'aveugle ?</p> <p>5.4 S'il s'agit d'une étude cas-témoins, est-ce que la définition d'un cas était explicite et son attribution au groupe « cas » non-influencée par le fait qu'il ait été exposé ou non au facteur étudié ?</p> <p>5.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que les résultats du test étaient traités en aveugle, relativement à l'histoire du patient et aux résultats d'autres tests ?</p>	<p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p>
<p>6. Est-ce que <u>l'intervention</u>, les plans de traitement, les facteurs d'exposition ou la procédure, ainsi que les comparaisons ont été décrites en détail?</p> <p>6.1 S'il s'agit d'un essai randomisé contrôlé ou d'une autre étude d'intervention, est-ce que les protocoles étaient décrits pour chacun des plans de traitement étudiés ?</p> <p>6.2 S'il s'agit d'une étude d'observation, est-ce que les interventions, le cadre de l'étude et les professionnels impliqués étaient décrits?</p> <p>6.3 Est-ce que l'intensité et la durée de l'intervention ou du facteur d'exposition étaient suffisantes pour produire un effet significatif?</p> <p>6.4 Est-ce que l'ampleur de l'exposition et, le cas échéant, la compliance du sujet, était mesurée?</p> <p>6.5 Est-ce que les co-interventions (traitements auxiliaires, autres thérapies, etc.) étaient décrites?</p> <p>6.6 Est-ce que les traitements supplémentaires ou non planifiés étaient décrits?</p> <p>6.7 Est-ce que les données relatives aux questions, 6.4, 6.5, et 6.6 étaient évaluées de la même manière pour tous les groupes ?</p> <p>6.8 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que la manière d'effectuer les tests et leur reproduction étaient suffisamment décrits ?</p>	<p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p>

	O-N-PP-NA
7. Est-ce que les <u>variables de résultat</u> étaient clairement définies et les <u>mesures valides et fiables</u> ? 7.1 Est-ce que les critères de résultats (endpoints) primaires et secondaires étaient décrits et pertinents pour répondre à la question ? 7.2 Est-ce que les mesures nutritionnelles étaient appropriées pour étudier la question et les résultats d'intérêt ? 7.3 Est-ce que la période de suivi était suffisamment longue pour que les résultats puissent se produire ? 7.4 Est-ce que les observations et les mesures étaient basées sur des instruments, tests ou procédures de recueil de données standardisées, valides et fiables ? 7.5 Est-ce que la mesure de l'effet était d'un niveau de précision approprié ? 7.6 Est-ce que d'autres facteurs pouvant influencer les résultats étaient pris en compte ? 7.7 Est-ce que les mesures étaient conduites de façon systématique dans chacun des groupes ?	O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA
8. Est-ce que les <u>analyses statistiques</u> étaient appropriées pour le design d'étude et pour le type de variables de résultat ? 8.1 Est-ce que les analyses statistiques étaient suffisamment décrites et les résultats rapportés de manière adéquate ? 8.2 Est-ce que les tests statistiques utilisés étaient corrects et est-ce que les hypothèses des tests étaient respectées ? 8.3 Est-ce que les résultats statistiques étaient rapportés avec les niveaux de signification ou les intervalles de confiance ? 8.4 Est-ce que l'analyse des résultats était effectuée pour l'ensemble des sujets en «intention de traiter» ? (<i>le cas échéant, y avait-il une analyse des résultats pour les personnes les plus exposées ou une analyse dose-effet</i>) ? 8.5 Est-ce que des ajustements pour les facteurs de confusion potentiels étaient faits de manière adéquate ? (analyses multivariées p.ex.) 8.6 Est-ce que la signification clinique ainsi que la signification statistique étaient mentionnées ? 8.7 Si les résultats étaient négatifs, est-ce qu'un calcul de puissance permettait d'identifier une éventuelle erreur de type II ?	O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA
9. Est-ce que les <u>conclusions</u> étaient étayées par les résultats et tenaient compte des biais et des limites ? 9.1 Est-ce qu'il y a une discussion des résultats ? 9.2 Est-ce que les biais et les limites de l'étude sont identifiés et discutés ?	O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA
10. Est-ce qu'un biais dû au <u>financement</u> ou au <u>sponsoring</u> de l'étude est peu probable ? 10.1 Est-ce que les sources de financement et les affiliations des investigateurs sont mentionnées ? 10.2 Est-ce qu'il n'y avait pas de conflit d'intérêt apparent ?	O-N-PP-NA O-N-PP-NA O-N-PP-NA

Cotation

POSITIF (+)

Si la majorité des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Oui », y compris les critères 2, 3, 6 et 7 ainsi qu'au moins une réponse « Oui » à une autre question, l'article devrait être désigné par le symbole plus (+).

NEGATIF (-)

Si la plupart ($\geq 6/10$) des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Non », l'article devrait être désigné par le symbole moins (-).

NEUTRE (⊖)

Si les réponses aux questions de validité 2, 3, 6 et 7 n'indiquent pas que l'étude est particulièrement robuste, l'article devrait être désigné par le symbole neutre (⊖).

Annexe III : Tableau de comparaison de onze produits ultra-transformés

Tableau d'analyse : Bière blonde		
	Avec gluten	Sans gluten
		
Produit :		
Dénomination/marque	Bière originale, Feldschlösschen	Bière Vagabond sans gluten, Brewdos
Magasin	Coop	Coop
Prix à l'unité	1.10.-	3.10.-
Prix au litre	3.30.-	9.39.-
Quantité de l'emballage (ml)	330	330
Quantité de la portion recommandée par la SSN (ml)	300	300
Valeurs nutritionnelles pour 100ml		
Energie (kcal/Kj)	37/160	6/26
Protéine (g)	0.3	0.1
Lipides (g)	0	<0.1
Acide gras saturé (g)	0	<0.1
Glucides (g)	2.5	1.8
Dont Sucres (g)	0.1	0.4
Sel (g)	0	<0.1
Fibres (g)	-	-

Valeurs nutritionnelles par portion		
Energie (kcal/Kj)	111/480	18/78
Protéine (g)	0.9	0.3
Lipides (g)	0	<0.3
Acide gras saturé (g)	0	<0.3
Glucides (g)	7.5	5.4
Dont Sucres (g)	0.3	1.2
Sel (g)	0	0
Fibres (g)	-	-
Ingrédients :	Eau, malt d'orge, houblon	Eau, malt d'orge, levure, houblon.

*le gluten est enlevé après la fermentation

Tableau d'analyse : Pain préemballé 0*0

	Avec gluten	Sans gluten
		
Produit :		
Dénomination/marque	M-Classic Baguettin	Baguette aha !
Magasin	Migros	Migros
Prix à l'unité	1.80.-	3.70
Prix au kilo	6.-	16.82.-
Quantité de l'emballage (g)	4x75	220
Quantité de la portion recommandée par la SSN (g)	125	125
Valeurs nutritionnelles pour 100g		
Energie (kcal/Kj)	250/1060	228/963
Protéine (g)	10	2
Lipides (g)	0.9	1.5
Acide gras saturé (g)	0.5	0.5
Glucides (g)	49	49
Dont Sucres (g)	3	0.5
Sel (g)	1.6	1.5
Fibres (g)	3	5

Valeurs nutritionnelles par portion		
Energie (kcal/Kj)	312/1325	285/1203
Protéine (g)	12.5	2.5
Lipides (g)	1.1	1.8
Acide gras saturé (g)	0.6	0.6
Glucides (g)	61.2	61.2
Dont Sucres (g)	3.7	0.6
Sel (g)	2	1.8
Fibres (g)	3.7	6.2
Ingrédients :	Farine de blé , eau, protéine de blé , levure, sel de cuisine iodé, éthanol, émulsifiant: e 472e, farine de malt d'orge , agent de traitement de la farine: acide ascorbique	Amidon de maïs, eau, amidon de tapioca, farine de riz, levain déshydraté (quinoa, riz), levure, fibres de pommes de terre, psyllium, sel de cuisine, inuline, LAIT écrémé en poudre exempt de lactose, épaississants : hydroxypropylméthylcellulose et gomme guar, huile de tournesol, humectant: glycérol, acidifiant: acide citrique

Tableau d'analyse : Pâtes fraîches farcies ricotta et épinards

	Avec gluten	sans gluten
		
Produit :		
Dénomination/marque	Pâtes fraîches farcies ricotta et épinards Anna's Best Galbani Santa Lucia	Pâtes fraîches farcies sans gluten. Fiori Ricotta Spinaci Anna's Best aha !
Magasin	Migros	Migros
Prix à l'unité	4.90.-	4.90.-
Prix au kilo	19.60.-	24.50.-
Quantité de l'emballage (g)	250	200
Quantité de la portion indiquée sur l'emballage (g)	250	250
Valeurs nutritionnelles pour 100g		
Energie (kcal/Kj)	216/907	188/791
Protéine (g)	8	9
Lipides (g)	8	6
Acide gras saturé (g)	3.5	2.5
Glucides (g)	27	24
Dont Sucres (g)	1.5	0.6
Sel (g)	1	1.1
Fibres (g)	2	1

Valeurs nutritionnelles par portion		
Energie (kcal/Kj)	540/2268	470/1977
Protéine (g)	20	22.5
Lipides (g)	20	15
Acide gras saturé (g)	9	6.5
Glucides (g)	68	60
Dont Sucres (g)	4	1.5
Sel (g)	2.5	3
Fibres (g)	5	2.5
Ingrédients :	Fins finots de blé dur, eau, épinards 12 %, ricotta (fromage) 9 %, oeuf 7 % (d'élevage en plein air), chapelure (farine de blé, eau, sel de cuisine, levure), mascarpone (fromage), huile de colza, fromage, sel de cuisine iodé, oignons, noix de muscade.	Eau, épinards 18%, ricotta (fromage) sans lactose 12%, féculé de tapioca 10%, farine de riz 7%, fromage à pâte mi-dure sans lactose, préparation de farine de petits pois (farine de petits pois, fibres alimentaires [à base de pommes de terre, maïs, petits pois et Plantago Psyllium], arômes naturels), chapelure sans gluten (farine de riz, sel de cuisine, émulsifiant: E 471), oignons, œuf entier en poudre 2.3% et blanc d'oeuf en poudre 2.3% (d'oeufs d'élevage en plein air), huile de colza, sel de cuisine, émulsifiant: E 471, épaississant: gomme guar, ail, poivre, noix de muscade

Tableau d'analyse : Bâton de céréales

	Avec gluten	sans gluten
		
Produit :		
Dénomination/marque	Bâton de céréales Mûres & Pommes Farmer Soft	Bâton de céréales Myrtilles & Mûres Farmen Soft aha !
Magasin	Migros	Migros
Prix à l'unité	8.80.-	4.60.-
Prix au kilo	18.90	30.70.-
Quantité de l'emballage (g)	234	150
Quantité de la portion recommandée par la SSN (g)	30	30
Valeurs nutritionnelles pour 100g		
Energie (kcal/Kj)	436/1830	421/1760
Protéine (g)	8	6
Lipides (g)	17	15
Acide gras saturé (g)	11	8
Glucides (g)	62	59
Dont Sucres (g)	32	33
Sel (g)	0.29	0.23
Fibres (g)	4.5	13

Valeurs nutritionnelles par portion		
Energie (kcal/Kj)	130/549	126/528
Protéine (g)	2.4	1.8
Lipides (g)	5.1	4.5
Acide gras saturé (g)	3.3	2.4
Glucides (g)	18.6	17.7
Dont Sucres (g)	9.6	9.9
Sel (g)	0.09	0.07
Fibres (g)	1.35	3.9
Ingrédients :	Céréales 29 % (avoine, blé, riz), huile de tournesol et de palme, sucre, sirop de glucose, graines de soja, pommes séchées 6.3 %, humectant : sirop de sorbitol, sucre de canne brut, sucre de raisin, mûres séchées 3.9 %, lait écrémé en poudre, acidifiants : acide citrique, arômes, sel de cuisine, extrait de malt d'orge.	Chocolat 28% (sucre, pâte de cacao, beurre de cacao, émulsifiant : lécithine de soja, arôme naturel), céréales 26% (maïs, riz complet, sarrasin, riz, quinoa), sirop de glucose et de fructose, fructo-oligosaccharides, myrtilles déshydratées 4.8%, sucre, mûres séchées 4.3 %, graines de soja, graisse de palme, acidifiant : acide citrique, sel de cuisine, arôme.

Tableau d'analyse : Céréales petit déjeuner

	Avec gluten	sans gluten
		
Produit :		
Dénomination/marque	Céréales fourrées à la crème chocolat Kellogg's Tresor	Carrés de céréales sans gluten Semper Zaps
Magasin	Migros	Migros
Prix à l'unité	6.50.-	6.95.-
Prix au kilo	10.83.-	23.17.-
Quantité de l'emballage (g)	600	300
Quantité de la portion recommandée par la SSN (g)	75	75
Valeurs nutritionnelles pour 100g		
Energie (kcal/Kj)	450/1892	430/1810
Protéine (g)	6.9	5.1
Lipides (g)	16	15
Acide gras saturé (g)	4	3.5
Glucides (g)	68	68
Dont Sucres (g)	29	29
Sel (g)	1.1	0.5
Fibres (g)	3.3	1.5

Valeurs nutritionnelles par portion		
Energie (kcal/Kj)	337/1419	322/1357
Protéine (g)	5.1	3.8
Lipides (g)	12	11.2
Acide gras saturé (g)	3	2.6
Glucides (g)	51	51
Dont Sucres (g)	21.7	21.7
Sel (g)	0.8	0.3
Fibres (g)	2.4	1.1
Ingrédients :	Farines de céréales (blé {26%}, avoine complète {17%}, Riz {12%}), Fourrage Chocolat noisettes (Sucre, Huiles végétales [Colza, Palme], Chocolat {4%} [Sucre, Pâte de cacao], Maltodextrine, noisettes {2%}, Cacao maigre en poudre, Petit lait en poudre, Lait écrémé en poudre, Emulsifiant [Lécithine de tournesol], Arôme naturel), Sucre, Sel, Colorant (Caroténoïdes, Rocou), Antioxydant (Palmitate d'ascorbyle, Alpha-tocophérol), Vitamines (Niacine, B6, B2, B1, Acide folique, B12) et Fer.	carrés de riz et de maïs 65% (farine de riz 41%, farine de maïs 14%, sucre, sel de cuisine, denrée alimentaire colorante [extrait de tagètes et poivre]), fourrage aux noisettes et au cacao 35% (sucre, huile de palme, noisettes 7%, lactose, cacao, cacao pauvre en graisse, protéines de lait, lait écrémé en poudre, émulsifiant [lecithine de soja], arômes). teneur en cacao: 2.8%

Tableau d'analyse : Biscotte

	Avec gluten	sans gluten
		
Produit :		
Dénomination/marque	Biscotte originale Vitamine B + Fer, Zwieback	Biscottes sans gluten Roland
Magasin	Migros	Migros
Prix à l'unité	3.20.-	3.80.-
Prix au kilo	12.40-	23.33.-
Quantité de l'emballage (g)	260	165
Quantité de la portion recommandée selon la SSN (g)	75	75
Valeurs nutritionnelles pour 100g		
Energie (kcal/Kj)	424/2789	411/1732
Protéine (g)	12	6.2
Lipides (g)	9	9.4
Acide gras saturé (g)	0.8	1
Glucides (g)	72	72
Dont Sucres (g)	16	11
Sel (g)	1.2	0.9
Fibres (g)	3.5	6.8

Valeurs nutritionnelles par portion		
Energie (kcal/Kj)	318/2092	308/1299
Protéine (g)	9	4.6
Lipides (g)	6.8	7
Acide gras saturé (g)	0.6	0.7
Glucides (g)	54	54
Dont Sucres (g)	12	8.2
Sel (g)	0.9	0.7
Fibres (g)	2.6	5.1
Ingrédients :	farine de blé , sucre, huile de tournesol, levure, sel de cuisine, extrait de malt d' orge , lait concentré, oeuf entier en poudre (d'élevage au sol), vitamines: B1, B2, niacine, B6 et acide folique, sel minéral: fer.	Amidon de maïs, amidon de pomme de terre, sucre, huile de tournesol, fibres végétales (pois, riz, pomme de terre, psyllium), levure, farine de riz (4.5%), émulsifiant (mono- et dyglycérides d'acides gras), épaississant (hydroxypropylmethylcellulose), farine de pois, arôme naturel, farine de millet, farine complète de lin, farine de sarrasin, sel

Tableau d'analyse : Stick/bâtonnet de poisson panés

	Avec gluten	sans gluten
		
Produit :		
Dénomination/marque	Bâtonnets de colin de l'Alaska, Pelican	Bâtonnets de poisson sans gluten aha !
Magasin	Migros	Migros
Prix à l'unité	6.50.-	5.50.-
Prix au kilo	8.67.-	12.22.-
Quantité de l'emballage (g)	750g	450
Quantité de la portion recommandée par la SSN (g)	120	120
Valeurs nutritionnelles pour 100g		
Energie (kcal/Kj)	198/830	190/797
Protéine (g)	14	11
Lipides (g)	7.5	8
Acide gras saturé (g)	0.6	0.6
Glucides (g)	18	18
Dont Sucres (g)	<0.5	<0.5
Sel (g)	0.65	0.73
Fibres (g)	1.1	1

Valeurs nutritionnelles par portion		
Energie (kcal/Kj)	238/996	228/956
Protéine (g)	16.8	13
Lipides (g)	9	10
Acide gras saturé (g)	0.7	0.7
Glucides (g)	21.6	22
Dont Sucres (g)	<0.6	<0.5
Sel (g)	0.8	0.88
Fibres (g)	1.3	1.2
Ingédients :	colin de l'alaska (theragra chalcogramma) 65 %, farine de blé , huile de colza, eau, sel de cuisine, épices, levure, extrait de paprika.	Colin d'Alaska (Theragra chalcogramma) 65 %, panure [farine de riz, farine de maïs, amidon de maïs et de pommes de terre, farine de pois chiches, sel de cuisine, glucose], huiles de colza et de tournesol.

Tableau d'analyse : Lasagnes surgelées

	Avec gluten	sans gluten
		
Produit :		
Dénomination/marque	Lasagnes con Verduce Findus al Forno	Lasagnes aux légumes Amy's Kitchen
Magasin	Migros	Migros
Prix à l'unité	7.50.-	8.20.-
Prix au kilo	12.50.-	36.44.-
Quantité de l'emballage (g)	600	225
Quantité de la portion indiquée sur l'un des emballage (g)	300	300
Valeurs nutritionnelles pour 100g		
Energie (kcal/Kj)	150/628	129/541
Protéine (g)	4.6	5.5
Lipides (g)	6.2	5.5
Acide gras saturé (g)	1.8	2.7
Glucides (g)	19	15
Dont Sucres (g)	3.8	2.4
Sel (g)	0.8	0.3

Fibres (g)	1.6	1.6
Valeurs nutritionnelles par portion		
Energie (kcal/Kj)	450/1884	387/1623
Protéine (g)	13.8	16.5
Lipides (g)	18.6	16.5
Acide gras saturé (g)	5.4	8.1
Glucides (g)	57	45
Dont Sucres (g)	11.4	7.2
Sel (g)	2.4	0.9
Fibres (g)	4.8	4.8
Ingrédients :	Légumes 36% (tomates, courgettes grillées, aubergines grillées, poivrons rouges grillés, poivrons jaunes grillés, oignons, ail), pâtes alimentaires 24% (fin finot de blé dur, eau, œufs [de ponte au sol], sel de cuisine), eau, lait écrémé, huile de tournesol, fromage à pâte dure 1.7%, farine de blé tendre, petit-lait en poudre, crème entière 1.3%, beurre 1.3%, sel de cuisine iodé, amidon, sucre, épices et fines herbes.	Légumes 39% (purée de tomates, courgettes, épinards, oignons, carottes), feuilles de riz 27%, eau filtrée, fromage mozzarella, ricotta, fromage blanc, huile d'olive vierge extra, basilic, fromage italien à pâte dure, beurre, sel marin, ail, épices. contient du lait.

Tableau d'analyse : Pizza Margherita

	Avec gluten	sans gluten
		
Produit :		
Dénomination/marque	Pizza Piccola Margherita Ristorante surgelée Dr.Oetker	Pizza Margherita Aha !
Magasin	Coop	Migros
Prix à l'unité	4.95.-	5.70.-
Prix au kilo	18.3.-	15.83
Quantité de l'emballage (g)	270	360
Quantité de la portion indiquée sur l'un des emballage (g)	360	360
Valeurs nutritionnelles pour 100g		
Energie (kcal/Kj)	252/1056	213/896
Protéine (g)	10	8
Lipides (g)	11	7
Acide gras saturé (g)	4.5	3
Glucides (g)	26	29
Dont Sucres (g)	3.2	3
Sel (g)	1	0.93
Fibres (g)	?	8

Valeurs nutritionnelles par portion		
Energie (kcal/Kj)	907/3801	767/3226
Protéine (g)	36	29
Lipides (g)	40	25
Acide gras saturé (g)	16	11
Glucides (g)	94	104
Dont Sucres (g)	11	11
Sel (g)	3.6	3.4
Fibres (g)	?	29
Ingrédients :	farine de blé, 31% purée de tomate, 12% fromage mozzarella, 12% fromage gouda, huile de colza, eau, levure de boulangerie, sucre, sel, basilic, origan, persil, paprika.	Farine de riz, purée de tomate, mozzarella (FROMAGE) sans lactose 19%, eau, tomates cerises 8%, amidon de riz, huile de colza, sucre, levure, sel de cuisine, farine de gonflement de riz, épaississant: gomme guar, épices, herbes aromatiques, ail.

Tableau d'analyse : Muffin au chocolat

	Avec gluten	sans gluten
		
Produit :		
Dénomination/marque	Muffin au chocolat American Favorites	Muffin au chocolat aha !
Magasin	Migros	Migros
Prix à l'unité	2.10.-	1.90.-
Prix au kilo	21.-	25.33.-
Quantité de l'emballage (g)	100	75
Quantité de la portion recommandée par la SSN (g)	30	30
Valeurs nutritionnelles pour 100g		
Energie (kcal/Kj)	455/1899	446/1864
Protéine (g)	6	4.2
Lipides (g)	27	25
Acide gras saturé (g)	4.5	3.6
Glucides (g)	46	50
Dont Sucres (g)	27	32
Sel (g)	1.1	0.5
Fibres (g)	2	2.2

Valeurs nutritionnelles par portion		
Energie (kcal/Kj)	136/569	133/559
Protéine (g)	1.8	1.2
Lipides (g)	8.1	7.5
Acide gras saturé (g)	1.3	1
Glucides (g)	13.8	15
Dont Sucres (g)	8.1	9.6
Sel (g)	0.3	0.1
Fibres (g)	0.6	0.6
Ingrédients :	Sucre, huile de colza, farine de blé, eau, chocolat 7% (pâte de cacao, sucre, beurre de cacao, émulsifiant: lécithine de soja), oeuf entier en poudre (d'élevage au sol), humectants: sorbitols et glycérol, cacao en poudre dégraissé, amidon de blé, lactosérum doux en poudre, poudres à lever: E 450, E 500, amidon de maïs modifié, sel de cuisine, arômes, éthanol, conservateur: E 200	Sucre, oeuf entier (d'élevage au sol), huile de tournesol, amidon de maïs, chocolat 7% (sucre, cacao en poudre dégraissé, beurre de cacao, émulsifiant: lécithine de SOJA, extrait de vanille), humectant: glycérol, cacao en poudre dégraissé, amidon de maïs cireux modifié, poudres à lever: phosphate dicalcique et hydrogénocarbonate de sodium, sel de cuisine, correcteur d'acidité: diacétate de sodium, arômes

Tableau d'analyse : Biscuit sablé au chocolat

	Avec gluten	sans gluten
		
Produit :		
Dénomination/marque	Biscuits sablés au brisures de chocolat Walker's	Biscuits sablés au chocolat sans gluten Walker's
Magasin	Coop	Coop
Prix à l'unité	4.95.-	4.60.-
Prix au kilo	28.30.-	32.90
Quantité de l'emballage (g)	175	140
Quantité de la portion recommandée par la SSN (g)	30	30
Valeurs nutritionnelles pour 100g		
Energie (kcal/Kj)	518/2168	516/2157
Protéine (g)	5.2	3.7
Lipides (g)	27.6	27.1
Acide gras saturé (g)	17.2	16.8
Glucides (g)	61.3	63.5
Dont Sucres (g)	25.7	28.3
Sel (g)	0.7	0.58
Fibres (g)	2	1.5

Valeurs nutritionnelles par portion		
Energie (kcal/Kj)	155/650	154/647
Protéine (g)	1.56	1.1
Lipides (g)	8.3	8.1
Acide gras saturé (g)	5.1	5
Glucides (g)	18.4	19
Dont Sucres (g)	7.7	8.5
Sel (g)	0.2	0.1
Fibres (g)	0.6	0.4
Ingrédients :	Farine de blé (farine de blé, carbonate de calcium, fer, niacine, thiamine), beurre (lait) (26%), sucre, pépites de chocolat (10%) (sucre, pâte de cacao, beurre de cacao, émulsifiant: lécithine de soja; arôme : arôme naturel de vanille), sel. présence éventuelle de fruits à coque.	Mélange de farines (riz, fécule de pomme de terre, maïs, stabilisant : gomme xanthane), beurre (lait) (26%), sucre, pépites de chocolat noir (12%) (sucre, pâte de cacao, beurre de cacao, émulsifiant : lécithine de soja, arôme naturel de vanille), sel. présence éventuelle de fruits à coque.

Quelles sont les influences d'une alimentation sans gluten sur le statut en métaux lourds de l'organisme chez les adultes ?

**Protocole TBSc
Filière Nutrition et diététique, 3ème Bachelor**

**Décembre 2018
Leila Schlaeppy et Lorena Joliat**

Directrice de travail TBSc : Laurence Vernay

Table des matières

1. Résumé	3
2. Introduction	4
2.1 Définition du gluten:	4
2.2 Le régime sans gluten :	4
2.3 Médiatisation de l'alimentation sans gluten	4
2.4 Produits industriels sans gluten.....	5
2.5 Métaux lourds et régimes sans gluten.....	5
2.6. Conséquences d'apport excessif en métaux lourds :	6
2.7 Justification du thème	7
2.8 But	
3. Question de recherche.....	8
4. Méthodes	8
4.1 Design	8
4.2 Stratégie de recherche.....	9
4.3 Mots clés.....	9
4.5 Populations	13
4.6 Extraction des données / Mesures	13
4.7 Déroulement	14
4.8 Analyse des données.....	14
5. Bénéfices et risques.....	15
6. Budget et ressources	15
7. Bibliographie	16
8. Annexes	18

1. Résumé

Introduction : L'alimentation sans gluten est de plus en plus adoptée dans la population, notamment par des personnes ne présentant aucun problème de santé avéré. Cela est dû à la surmédiation de ce régime par les célébrités et les médias. Cependant, les conséquences et/ou les bénéfices d'une alimentation sans gluten et riche en produits industriels Gluten-Free sont peu connus. Plusieurs études ont démontré que les produits gluten-free représentaient des apports plus importants en lipides et en glucides simples. Le régime sans gluten pourrait également être la cause de déséquilibre alimentaire. En plus de cela, d'autres études ont démontré qu'une alimentation sans gluten augmenterait le statut en métaux lourds de l'organisme, surtout le mercure, le plomb, l'arsenic et le cadmium, qui ont des effets néfastes sur la santé à haute dose.

Questions de recherche:

Question de recherche 1 : Quelles sont les influences d'une alimentation sans gluten sur le statut en métaux lourds de l'organisme chez les consommateurs sans gluten?

Question de recherche 2 : Quelles sont les différences nutritionnelles entre des produits ultra-transformés identiques avec et sans gluten ?

Objectif : Le but principal de cette revue quasi-systématique est de démontrer l'influence d'un régime sans gluten sur le statut en métaux lourds chez les consommateurs ne mangeant pas de gluten, par le biais de la littérature scientifique existante. Pour compléter nos recherches, nous souhaitons effectuer une analyse de produits qui nous permettra d'apporter des conseils pratiques.

Le but de la deuxième question de recherche est de démontrer si il y a une différence nutritionnelle entre des produits ultra-transformés identiques avec et sans gluten et mettre en avant la qualité nutritionnelles des aliments industriels sans gluten. Cet aspect purement diététique permettra de mettre en valeur notre profession.

Méthode : Les articles retenus pour cette revue proviendront de plusieurs bases de données scientifiques. Nous avons élaboré deux listes de mots clés et de MeSH-Term pour effectuer nos recherches sur "l'influence d'une alimentation sans gluten sur le statut en métaux lourds" chez des adultes ainsi que sur le sujet "des motivations à adopter cette alimentation". Après avoir trouvé ces articles, nous analyserons la qualité à l'aide des grilles d'analyse de l'Academy of Nutrition and Dietetics, Evidence Analysis Library. Nous extrairons les données à l'aide d'un tableau avec plusieurs variables pour en faire des résumés et pour rédiger la revue de littérature.

Une comparaison de produits "avec" et sans "gluten" sera présentée pour élargir la discussion sur les métaux lourds, les additifs et sur leur composition nutritionnelle. De plus, nous souhaitons faire ressortir la fréquence d'utilisation du riz dans les produits ultra-transformés proposés dans les grandes surfaces.

2. Introduction

2.1 Définition du gluten:

Le gluten est une protéine complexe composée de la gliadine et la gluténine. Il est présent dans le blé (ou froment ou l'épeautre), le seigle et l'orge (1). Il est possible d'en retrouver des traces dans l'avoine par contamination durant la production. Son rôle est de fournir du volume, de l'élasticité et une texture moelleuse aux produits (2).

La gliadine est une protéine riche en sous-protéines solubles dans l'alcool. Elle est composée de 4 sous-unités, dont l' α -gliadine qui auraient les effets les plus délétères pour l'organisme et qui serait la cause de la maladie cœliaque (3). Le gluten est également la cause de l'allergie au blé. (1,2).

La consommation de gluten dans la population occidentale est importante (10-20g/jour). Ceci est expliqué par son utilisation fréquente par les industrielles dans les produits. En effet, le gluten a une faible teneur énergétique, il facilite la cuisson par sa capacité à maintenir l'air dans la protéine et il améliore les caractéristiques organoleptiques des produits (élasticité, texture, etc.) (3).

L'intestin humain n'est pas capable de métaboliser entièrement le gluten. Des peptides restent intacts dans la lumière intestinale, c'est ce qui pose problème chez les personnes cœliaques (3).

2.2 Le régime sans gluten :

Le régime sans gluten est l'éviction totale du gluten dans l'alimentation quotidienne. C'est un traitement médical appliqué dans trois cas particuliers: la maladie cœliaque, la sensibilité au gluten/blé non cœliaque et l'allergie au blé (3). Les céréales contenant du gluten doivent être éliminées et remplacées par des équivalents (ex: riz, millet, maïs, etc.), afin de maintenir un apport en glucides complexes suffisants.

Le gluten étant présent dans de nombreux produits manufacturés, l'apprentissage de la lecture des étiquettes est essentiel. Il faut faire attention notamment aux pains, biscuits, gâteaux, pâtisseries, pâtes, sauces, crêpes, soupes, glaces, etc. (1).

Il existe au niveau de l'étiquetage des labels (logo "épi de blé barré") garantissant l'absence de gluten dans les produits industriels. Cela permet au consommateur de sélectionner plus rapidement les produits et facilite l'application du régime dans le quotidien. La nomination du gluten dans les produits peut être méconnue et complexe. Exemple : Sirop de malt. Il est cependant conseillé de favoriser au maximum les aliments naturels et les préparations maisons (4).

La prévalence des personnes en santé suivant un régime sans gluten est en augmentation (5). Cette population considère ce régime plus sain, mais l'application d'un régime sans gluten n'est pas sans conséquences nutritionnelles. En effet, des études ont montré que les personnes suivant ce régime avaient des apports plus importants en glucides, en lipides totaux, en AGS et en métaux lourds (3, 5, 6). Les apports en micronutriments tel que le fer, le zinc et les vitamines sont plus faibles que dans une alimentation traditionnelle. (5). Plusieurs études ont explicité l'importance d'une surveillance de potentielles carences en micronutriments ainsi qu'un suivi par un professionnel qualifié de ces patients (3).

2.3 Médiatisation de l'alimentation sans gluten

Depuis quelques années, le régime sans gluten apparaît en abondance dans les médias tels que les journaux, Internet et la télévision. Les messages véhiculés sont axés principalement sur le maintien de la ligne et la réduction des troubles digestifs. Le gluten est accusé d'être responsable de tous ces maux. Ces sources d'informations ont une influence importante sur la population, mais malheureusement elles ne sont pas systématiquement basées sur des articles scientifiques. De plus, des nombreuses célébrités pratiquent ce régime, l'encouragent et l'affichent sur les réseaux sociaux (7).

Par ce biais, on observe une augmentation importante du nombre de personnes en santé qui entreprennent ce type d'alimentation dans divers buts (digestif, perte de poids, etc.)(8). Une étude a démontré que les personnes pratiquant cette alimentation ont tendance à se diriger, selon eux, vers une alimentation "plus saine", notamment en diminuant les produits industriels. Il est donc difficile d'attribuer la diminution des symptômes uniquement à l'absence de gluten (9).

2.4 Produits industriels sans gluten

L'augmentation du nombre de personnes appliquant un régime sans gluten a conduit à une arrivée massive de produits "Gluten-free" sur le marché (3). En 2017, MarketsandMarkets a effectué une étude de marché prévisionnel. En 2017, le marché des produits sans gluten s'élevait à 4.18 milliards USD. Ils évaluent une expansion atteignant 6.47 milliards USD en 2023 (10). Les industriels utilisent la mode actuelle du "gluten-free" comme enjeu marketing. Les produits sans gluten sont présentés comme étant "des aliments « santé »" et cela renforce les représentations et les croyances de la population. Mais qu'en est-il réellement de la composition de ces produits?

Plusieurs études se sont intéressées aux valeurs nutritionnelles des produits sans gluten. Elles démontrent que les produits sans gluten sont généralement plus riches en glucide, en matières grasses (principalement des AGS) et en sodium. Ils sont également plus pauvres en protéines et en fibres que leur équivalent avec gluten. (3, 11). Les produits sans gluten sont également une source plus faible en minéraux et en vitamines (12).

La majorité des produits sans gluten utilisent la farine de riz comme substitut. Cela représente un apport important, notamment en arsenic.

2.5 Métaux lourds et régimes sans gluten

Une étude publiée en 2018 a analysé le taux de métaux lourds présents chez les personnes suivant un régime sans gluten. Une augmentation significative du mercure total, du plomb et du cadmium dans le sang, ainsi de la concentration d'arsenic total dans l'urine a été observée chez les personnes sous régime sans gluten en comparaison à des personnes ayant une alimentation avec gluten (5)

L'exposition principale des Hommes aux métaux lourds se fait par l'eau et certains aliments tels que le poisson et le riz. Les personnes suivant un régime sans gluten ont une consommation plus importante en ces produits, notamment dans les produits industriels sans gluten, où la farine de riz est très exploitée (5).

En 2015, une étude a analysé le taux de mercure chez des sujets cœliaques suivant un régime sans gluten par rapport avec des cœliaques non traités. Il en ressort que les concentrations sanguines sont significativement plus importantes chez les sujets avec un régime sans gluten. La consommation des principales sources alimentaires de mercure (poisson, fruits de mer, etc.) étaient pourtant similaire entre les deux groupes. L'étude relève néanmoins que le régime sans gluten pourrait favoriser la libération du mercure intracellulaire dans le sang et que cela pourrait être la cause de l'augmentation (13).

2.6. Conséquences d'apport excessif en métaux lourds :

Les métaux lourds sont des éléments naturellement présents dans les sols et l'eau. Certains sont essentiels au corps humain (zinc, cuivre, fer, etc.), tandis que d'autres n'ont pas d'effet bénéfique sur la santé (mercure, plomb, etc). L'ensemble des métaux lourds ont une toxicité selon la quantité ingérée et la bioaccumulation. Les métaux lourds sont présents dans l'alimentation (14,15). Comme vu précédemment, les personnes pratiquant un régime sans gluten ont un statut en mercure, plomb, arsenic et cadmium plus important.

- Développer la discussion sur la composition nutritionnelle des produits ultra-transformé avec et sans gluten + présenter brièvement ce qu'est un aliment ultra-transformé.
- Aliments ultra-transformés :
- Développer le sujet dans le cadre de référence en se basant sur les informations apportées par la presse suisse (statistiques) et le poster Nutrinet (fourni par Laurence). Cela permet d'avoir des notions sur les motivations des gens à entamer un régime sans gluten sans effectuer de sondage.

Mercuré + méthylmercure :

Le mercure se trouve sous formes organiques et inorganiques. Il est omniprésent dans l'environnement et il s'accumule dans les aliments. Il est principalement présent dans le poisson. (13). Le méthylmercure, dont la toxicité est importante, est la source la plus répandue de mercure dans le poisson (16).

L'EFSA a établi la dose hebdomadaire tolérable à 4 µg/kg de poids corporel pour le mercure et 1.3µg/kg de poids corporel pour le méthylmercure (16).

Les risques d'un apport excessif sont des troubles immunitaires, troubles rénaux, troubles neurologiques, atteinte de la mémoire, des capacités cognitives, de l'attention et des atteintes sensorielles (altération de la vue et de l'ouïe). Cela peut atteindre le cerveau du fœtus lors d'une grossesse (13, 15).

Plomb:

Le plomb est un métal lourd présent dans l'environnement majoritairement sous forme inorganique. Les sources alimentaires principales chez l'adulte sont les boissons alcoolisées, les pains et produits dérivés et l'eau. Chez l'enfant, l'apport principal vient du lait (15).

L'EFSA a établi trois valeurs toxiques de références (17):

- BMDL010 de 0.63µg/kg de poids corporel par jour pour les effets néphrotoxiques
- BMDL01 de 1.5µg/kg de poids corporel par jour pour les effets cardiovasculaires et pour les enfants et les femmes enceintes
- BMDL01 de 0.5µg/kg de poids corporel par jour pour les effets neurotoxiques

Les risques d'un statut excessif en plomb dans l'organisme sont des néphropathies, neuropathies, réduction de la mémoire, hypertension artérielle, carence en vitamine D, une augmentation du risque de développer un cancer et une diminution des capacités cognitives chez l'enfant (14,15).

Arsenic:

L'arsenic est un métal présent naturellement dans les sols et les organismes. On le trouve sous forme organique et inorganique. Il est principalement présent dans le poisson, les crustacés, les mollusques et le riz (selon la provenance) (15).

L'EFSA a établi la dose tolérable d'arsenic inorganique à 0,13 à 0,56 µg / kg de poids corporel par jour pour des consommateurs moyens (18). Les dose pour la forme organique n'ont pas pu être posée, mais la toxicité est moindre (15).

Les risques d'un apport excessifs en arsenic sont des troubles gastro-intestinaux, atteinte du système cardiovasculaire et du système nerveux, mélanose, lésion de la masse osseuse et encéphalopathie. Une étude a montré que des personnes avec une concentration en arsenic excessive avaient un taux de mortalité lié au cancer plus élevé (14,15).

Cadmium:

Le cadmium est un métal lourd, étroitement associé au zinc. Il est présent naturellement dans le sol et est bioaccumulé par les végétaux. Il est présent principalement dans les mollusques, les crustacés et les abats (15).

L'EFSA a établi la dose tolérable à 2,5 µg/kg de poids corporel par semaine (19)

Les risques d'une concentration en cadmium excessive sont des néphropathies, diminution de l'absorption du calcium, atteinte du système respiratoire, neuropathies chez l'enfant, cancer de la prostate et du sein et diabète de type II (14,15)

2.7 Justification du thème

Le régime sans gluten riche en produits transformés pourrait être la cause d'un déséquilibre nutritionnel pour les patients cœliaques et les non-cœliaques. Les bénéfices sont clairement démontré lors d'une maladie cœliaque, mais les avantages d'un régime sans gluten chez les personnes en santé ne sont pas certains. Les connaissances actuelles ne permettent pas de savoir si les bénéfices sont plus importants que les risques en termes de santé alors que la population pense que ces aliments sont sains. (11,5).

Nous avons peu d'information quant à l'apport en métaux lourds d'une personne pratiquant un régime sans gluten. La composition des produits ne nous permet pas de quantifier précisément l'apport. Néanmoins la fréquence d'utilisation de produit riche en métaux lourds (comme le riz) peut nous permettre de faire une estimation. Les conséquences sur la santé d'un apport excessif en métaux lourds sont démontrées. Il est intéressant de déterminer si les personnes avec un régime sans gluten sont à risque et quelles sont les mesures préventives à mettre en place.

La littérature scientifique présente peu d'information sur les motivations, les croyances et les représentations des personnes sans problèmes de santé avérés qui commencent un régime sans gluten. Les représentations non fondées peuvent pousser à une modification du comportement pour des mauvaises raisons. Il est nécessaire de s'intéresser à cette thématique afin de permettre aux professionnels de la santé d'adapter la prise en charge.

2. 8 But

Le but premier de ce travail est de déterminer l'influence d'une alimentation sans gluten sur le statut en métaux lourds de l'organisme et d'analyser les conséquences que cela pourrait avoir sur la santé. Nous souhaitons compléter nos recherches en analysant des produits industriels "gluten-free" afin de d'analyser leur composition nutritionnelle et de les comparer aux produits similaires avec du gluten.

L'intérêt de cette analyse sera d'amener un aspect plus pratique et d'apporter des connaissances supplémentaires vis à vis de ces produits. Cela permettra d'émettre des possibles recommandations et de préciser les conseils lors de prise en charge.

Le régime sans gluten étant de plus en plus présent chez les personnes en santé, il nous semble important d'analyser, dans un deuxième temps, les motivations et les représentations de la population afin de justifier de possibles recherches futures quant aux conséquences de ce régime.

3. Question de recherche

Question de recherche n°1: Quelles sont les influences d'une alimentation sans gluten sur le statut en métaux lourds de l'organisme chez les consommateurs sans gluten?

- P: population en général ne consommant pas de gluten
- E: régime sans gluten
- C: alimentation avec gluten
- O: statut en métaux lourds de l'organisme

Question de recherche 2 : Quelles sont les différences nutritionnelles entre des produits ultra-transformés identiques avec et sans gluten ?

- P: -
- E: -
- C: Produits ultratransformés identiques avec et sans gluten
- O: Différences nutritionnelles

4. Méthodes

Pour ce travail de Bachelor, nous allons effectuer une revue de littérature quasi systématique complétée par une analyse de produit pour illustrer certains aspects de ce travail et pour répondre à la 2^{ème} question de recherche de ce travail.

4.1 Design

La revue de littérature traitera l'influence d'une alimentation sans gluten sur le statut et l'apport en métaux lourds chez les adultes. Tandis que l'analyse de produits ultratransformés avec et sans gluten aura pour intérêt de montrer les différences nutritionnelles entre deux produits similaires.

Revue de littérature

Nous allons rechercher tous types d'études et de revues de littérature pouvant nous aider à approfondir notre recherche. Nous analyserons la qualité des articles scientifiques ainsi que la fiabilité des articles trouvés en vérifiant les sources. Dans le cas où elles ne sont pas scientifiques, nous nous basons alors sur le positionnement des sociétés savantes.

Analyse de produit

La comparaison nutritionnelle entre 5-10 aliments ultra-transformés sans et avec gluten se fera en 2 parties :

1. Analyse des macro et micronutriments et des ingrédients (ex : additifs) sous forme de tableau
2. Analyse des fréquences d'apparition d'ingrédient riche en métaux lourds (ex : riz et dérivés).

Il faut bien définir que l'analyse de produits s'intéresse aux produits qui sont exempts de gluten de manière industrielle et non pas naturellement.

Le choix des aliments devra se faire avant d'analyser la composition et les valeurs nutritionnelles, afin de ne pas biaiser les choix. Il faudra faire le choix des aliments uniquement en fonction de l'emballage afin que les produits avec et sans soit le plus semblable possible.

Dans la méthodologie, il faudra clairement définir comment les produits sont choisis (groupe d'aliments similaire ou aliments différents...). Les résultats obtenus seront présentés sous forme de tableau.

Dans le cadre de référencement ou dans la méthode, il faut présenter brièvement ce qu'est un aliment ultra-transformé.

Il serait également intéressant d'appeler la Migros ou la Coop afin d'avoir des chiffres suisses sur l'évolution du marché des produits sans gluten.

Nous analyserons un produit avec gluten ultra-transformé VS un produit sans gluten ultra-transformé pour avoir une idée plus précise de leur composition. Il ne sera pas possible d'avoir des informations précises sur les métaux lourds car ils ne sont jamais mentionnés sur l'étiquetage et il sera trop difficile de demander une analyse dans un laboratoire. Nous pourrons tout de même identifier les principaux ingrédients pouvant contenir des métaux lourds comme le riz, ce qui nous permettra d'illustrer les différences entre ces produits.

Nous demanderons une liste des produits sans gluten présent à la COOP et/ou à la MIGROS pour analyser les différences nutritionnelles et déterminer la fréquence à laquelle apparaissent les aliments riches en métaux lourds (farine de riz).

4.2 Stratégie de recherche

Pour trouver ces articles, nous allons effectuer nos recherches sur les bases de données suivantes : Medline PubMed, Google Scholar, CINAHL, Cochrane et Embase.

Afin d'effectuer ces recherches avec efficacité, nous allons dans un premier temps définir les mots clés utiles pour les base de donnée cité ci-dessus. Dans un deuxième temps, nous allons adapter ces termes en «Medical Subject Headings Terms (MeSH Terms)» et en «Cinahl headings» pour pouvoir les utilisés dans les divers moteurs de recherche. Nous allons utiliser le site «HeTOP» pour cette adaptation.

Dans le cas où nous rencontrerions des difficultés à adapter ces appellations, nous les utiliserons tel quel et traduit de l'anglais.

Nous sélectionnerons tous les articles en français, en anglais et en espagnol pour élargir notre champ de recherche.

Nous allons également effectuer nos recherches dans les livres de littérature ainsi que les tables de composition nutritionnelle.

Nous ne mettons pas de limites concernant la date de publication des articles scientifiques que nous avons déjà trouvées ni sur nos futures recherches.

4.3 Mots clés

Voici les mots clés et les Mesh Terms utilisés lors de nos recherches dans les bases de données.

Les influences d'une alimentation sans gluten sur le statut en métaux lourds de l'organisme chez des adultes

Concepts	HeTOP (MeSH en français)	HeTOP (MeSH en anglais)	CINAHL Headings	Mots-clés libres
Régime sans gluten	Régime sans gluten	Diet, gluten free	Diet, gluten free	
Personne en bonne santé			Healthy people 2020 ou 2010 ou 2000	« Healthy people » « Healthy person » « Good health »
Alimentation équilibrée	Alimentation équilibrée	Healthy diet	Health food	
Alimentation	Alimentation	Diet	Diet	
Métaux lourds	Métaux lourds	Metals, Heavy	Metals, Heavy	
Bioaccumulation en métaux				« Bioaccumulation of metals »
Arsenic	Arsenic	Arsenic	Arsenic ou Arsenic poisoning	
Cadmium	Cadmium	Cadmium	Cadmium	
Plomb	Plomb	Lead	Lead ou Lead poisoning	
Mercure	Mercure	Mercury	Mercury ou Mercury poisoning	
Toxicité	Toxicité	Toxicity		
Nourriture contaminée	Nourriture contaminé	Food contamination	Food contamination	
Exposition environnemental	Exposition environnemental	Environmental exposure	Environmental exposure	

Bilan alimentaire			Nutritional Assessment	« Dietary assessment »
Sans intolérance au gluten				« Without gluten intolerance »
Manger	Manger	Eating	Eating	
Statut nutritionnel	Statut nutritionnel	Nutritional status	Nutritional status	
Adulte	Adulte	Adult	Adult	
Maladie coeliaque	Maladie coeliaque	Celiac diseases	Celiac diseases	
Effet sur la santé				«Health effect »

Equations :

Pubmed:

- Gluten free diet[Title/Abstract] AND mercury[Title/Abstract] : N=2
- Heavy metals[Title/Abstract] AND gluten free diet[Title/Abstract] : N=1
- Adult[Title/Abstract] AND Toxicity[Title/Abstract]) AND gluten free diet[Title/Abstract] : N=5
- Nutritional status[Title/Abstract] AND Lead[Title/Abstract] OR Cadmium[Title/Abstract] OR Arsenic[Title/Abstract] OR mercury [Titre / Résumé] AND gluten free diet[Title/Abstract] : N=8
- Food contamination[Title/Abstract]) AND ((Lead[Title/Abstract]) OR Cadmium[Title/Abstract]) OR Arsenic[Title/Abstract]) OR mercury [Titre / Résumé])) AND gluten free diet[Title/Abstract] : N=6

Cinahl :

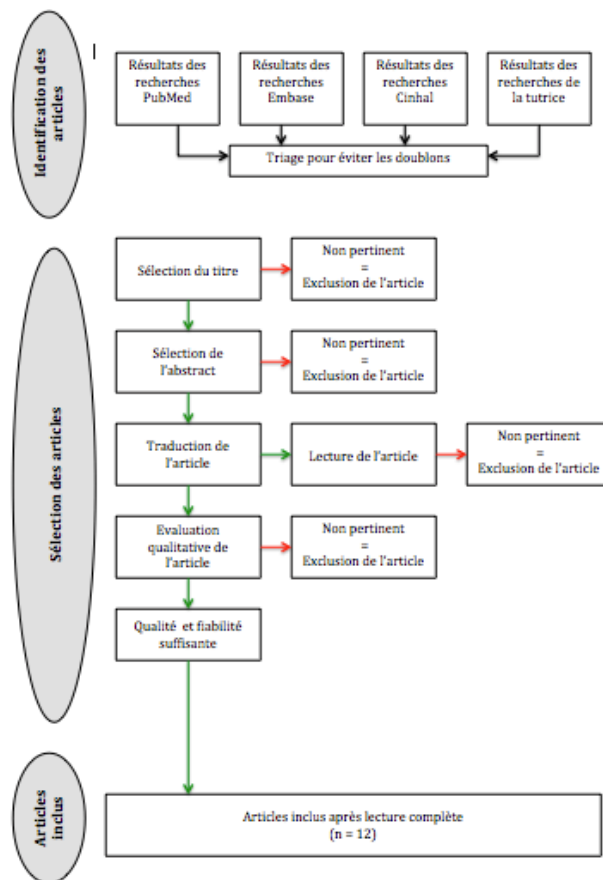
- (MH "Metals, Heavy") AND (MH "Diet, Gluten-Free") : N=0
- (MH "Mercury Poisoning") OR (MH "Arsenic Poisoning") OR (MH "Lead Poisoning") OR (MH "Cadmium") AND (MH "Diet, Gluten-Free") : N=1

Les différences nutritionnelles entre des produits ultra-transformés identiques avec et sans gluten

Concepts	HeTOP (MeSH en français)	HeTOP (MeSH en anglais)	CINAHL	Mots-clés libres
Nutriments	Nutriments Éléments nutritifs	Nutrients		
Macronutriments	Macronutriments	Macronutrients		
Micronutriments	Micronutriments	Micronutrients		
Qualité	Qualité	Quality		
Industrie alimentaire / aliments industriels	Industrie alimentaire	Food industry Industry, food	Food industry	« industrial foods »
Produits ultra-transformés				« ultra-transformed products »
Sans gluten	Sans gluten	Gluten free	Gluten free	
Régime sans gluten	Régime sans gluten	Diet, gluten free	Diet, gluten free	

La recherche des mots clés ont été fait en commun à l'aide de notre tutrice. Nous avons été confrontées à des difficultés lors du coaching des bibliothécaires pour les premières recherches sur les bases de données. Aucun article correspondant à notre première question de recherche n'est ressorti, c'est la raison pour laquelle nous avons modifié notre question de recherche ce qui nous a permis d'affiner les mots clés utilisés.

4.4 Sélection des articles



4.5 Populations

Critères d'inclusions :

Nous ciblons la population en général adoptant un régime sans gluten en incluant les personnes cœliaques pour élargir notre recherche et pour pouvoir nous appuyer sur divers articles scientifique et revue de littératures.

Nous ne ferons pas de distinctions entre les hommes et les femmes adultes, ni sur la présence ou l'absence de maladie. Nous nous intéresserons uniquement sur la mise en place d'un régime sans gluten. De plus, nous inclurons les différentes ethnies.

La population = les consommateurs sans gluten.

Il n'y a pas de raisons d'exclure les enfants de la question de recherche, car on ne s'intéresse pas à des recommandations précises et des doses précises. Ils seront donc inclus dans notre recherche.

4.6 Extraction des données / Mesures

Nous allons utiliser d'un tableau regroupant les variables permettant d'extraire les données de chaque article scientifique.

Numéro de l'article	Titre de l'article	Auteur principal	Année de publication	Design	Type de population	Type d'alimentation	Type de métaux lourds	Valide ?

4.7 Déroulement

Pour la réalisation de ce travail, nous nous diviserons certaines parties du travail pour ensuite les mettre en commun. Nous avons créé un Gantt qui nous permettra d'organiser notre temps de travail et sera notre fil rouge. (Annexe 1)

4.7 Analyse des données

Revue de littérature

Nous analyserons la qualité et des recommandations des articles à l'aide du document de l'Academy of Nutrition and Dietetics, Evidence Analysis Library. Nous utiliserons le document spécifique "Analyse qualité d'articles de REVUE DE LITTÉRATURE" (Annexe 2) ainsi que "Analyse qualité d'articles de RECHERCHE" pour les articles scientifiques. Après cette étape de sélection, nous résumerons les articles scientifiques ainsi que les revues de littérature pour extraire les informations importantes à notre travail.

~~Enquête qualitative~~

~~Après avoir mis en ligne le sondage sur les motivations à opter pour un régime sans gluten, nous laisserons la liberté à la population cible d'y répondre pendant environ un mois. Après cette étape, nous envisagerons de faire un tableau et/ou un graphe en fonction des résultats obtenus pour faire ressortir les points importants. Nous présenterons ensuite les résultats obtenus sous forme de texte avec le tableau en annexe.~~

Analyse de produits

Pour réaliser l'analyse de produits, nous allons choisir des aliments par catégories "avec" et "sans gluten".

- Pâte farci ricotta-épinard
- Biscuits
- Muffin
- Cookies
- Barre de céréale
- Céréales de petit déjeuner
- Chips
- Nuggets
- Pizza margarita
- Macaroni au fromage
- Lasagne
- Bière

Nous utiliserons tableau pour analyser chaque produit puis nous pourrons ainsi les comparer (Annexe 3). Ensuite, à l'aide des informations demandé à la COOP et/ou à la MIGROS nous

ferons un diagramme circulaire en fonction de la fréquence des produits “sans gluten” contenant du riz.

5. Bénéfices et risques

-

6. Budget et ressources

La haute école de santé de Genève nous permet d’avoir accès à de nombreux articles scientifiques par le biais des abonnements existants. De plus, elle nous met à disposition un budget nous permettant l’achat de 20 articles par binôme. Il faut également prendre en compte dans le budget les impressions qui seront faite tout au long du travail.

Les ressources sont :

- Les bases de données tel que Pubmed, Cinahl, Rero explore, Cochrane, etc.
- La bibliothèque de la haute école de Santé et la bibliothèque de la HES-ARC de Neuchâtel, ainsi que les bibliothécaires
- Notre directrice de travail de Bachelor, Laurence Vernay
- La responsable du module “Travail de Bachelor”, Maaïke Kruseman

7. Bibliographie

- 1) Association suisse romande de la coeliakie. Manger sans gluten. Association suisse romande de la coeliakie; 2009
- 2) Dr Fasano A. Se libérer du gluten: le guide de la sensibilité au gluten et de la maladie cœliaque. Vanves Cedex: Marabout; 2017
- 3) Araya M., Bascuñán K., Vespa M., Celiac disease: understanding the gluten-free diet [En ligne]. Berlin : Springer-Verlag; 2016 [Consulté le 20 décembre 2018]. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27334430>
- 4) Association française des intolérants au gluten (AFDIAG). Le logo “épi de blé barré”. [En ligne]. Paris; 2015 [Consulté le 04.12.18]. Disponible: <http://www.afdiag.fr/dietetique/le-logo-epi-ble-barre/>
- 5) Marietta E., Murray J., Raehsler S., Seon Choung R., Accumulation of Heavy Metals in People on a Gluten-Free Diet [En ligne]. AGA Institute ; 2018 [Consulté le 20 décembre 2018]. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28223206>
- 6) Burley V., Howdle P., Robins G., Wild D., Evidence of high sugar intake, and low fibre and mineral intake, in the gluten-free diet [En ligne]. Blackwell Publishing Ltd ; 2010 [Consulté le 20 décembre 2018]. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20528829>
- 7) Newberry C., McKnight L., Saray M., Pickett-Blakely. Going Gluten Free: the History and Nutritional Implications of Today's Most Popular Diet [En ligne]. Current Gastroenterology Reports. 2017. [Consulté le 04.12.18] Disponible : <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11894-017-0597-2>
- 8) Gluten : going against the grain ? The Lancet Gastroenterology & Hepatology. [en ligne] 2016 [Consulté le 04.12.18] Disponible : [https://www.thelancet.com/journals/langas/article/PIIS2468-1253\(16\)30087-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/langas/article/PIIS2468-1253(16)30087-5/fulltext)
- 9) Christoph M.J., Larson N., Hootman K.C., Miller J.M., Neumark-Sztainer D. Who values Gluten-Free? Dietary intake, behaviors, and sociodemographic characteristics of young adults who value gluten-free food [En ligne]. the Academy of Nutrition and Dietetics. 2018 [Consulté le 04.12.18]. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212267218305070>
- 10) Markets and Markets. Gluten-free Products Market by Type (Bakery Products, Snacks & RTE Products, Pizzas & Pastas, Condiments & Dressings), Distribution Channel (Conventional Stores, Specialty Stores, Drugstores & Pharmacies), and Region - Global Forecast to 2023 [En ligne]. 2017 [consulté le 05.12.18]. Disponible: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/gluten-free-products-market-738.html>
- 11) Bustamante M., Churrua I., Lasa A., Miranda J., Simon E., Nutritional Differences Between a Gluten-free Diet and a Diet Containing Equivalent Products with Gluten [En ligne]. New-York : Springer Science + Business Media ; 2014 [Consulté le 20 décembre 2018]. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24578088>
- 12) Bustamante MA., Churruc I., Miranda J., Lasa A., Simon E. Nutritional differences between a gluten-free diet and a diet containing equivalent products with gluten [En ligne]. Society of Chemical Industry; 2015 [Consulté le 03.12.18]. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24578088>
- 13) Bardella MT., Conte D., Elli L., Guzzi G., Passoni M., Ronchi A., Roncoroni L., Rossi V., Tomba C. Increased Mercury Levels in Patients with Celiac Disease following a Gluten-Free Regimen [En ligne]. Gastroenterology Research and Practice; 2015 [Consulté le 09.12.18]. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Increased+Mercury+Levels+in+Patients+with+Celiac+Disease+following+a+Gluten-Free+Regimen>
- 14) Akash M., Fiza F., Rehman K., Waheed I. Prevalence of exposure of heavy metals and their impact on health consequences [En ligne]. Wiley Journal of cellular Biochemistry; 2017 [Consulté le 24.11.18]. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28643849>

- 15) Boisset M. Les "métaux lourds" dans l'alimentation: quels risques pour les consommateurs? Heavy metals in food: What risks for consumers? Hes-so; 2018.
- 16) EFSA. Mercure dans les aliments- l'EFSA actualise ses conseils concernant les risques pour la santé publique [En ligne]. EFSA; 20 décembre 2012 [Consulté le 18.12.18]. Disponible: <https://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/121220>
- 17) EFSA. Scientific opinion on lead in food [En ligne]. EFSA; 20 avril 2010 [Consulté le 19.12.18]. Disponible: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2010.1570>
- 18) EFSA. Avis scientifique sur l'arsenic dans les aliments [En ligne]. EFSA; 2009 [Consulté le 18.12.18]. Disponible: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2009.1351>
- 19) Anses. Avis de l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la révision des teneurs maximales en cadmium des denrées alimentaires destinées à l'homme [En ligne]. Maisons-Alfort: Anses; 24 novembre 2011 [Consulté le 18.12.18]. Disponible: <https://www.anses.fr/fr/system/files/RCCP2011sa0194.pdf>

8. Annexes

Annexe 1 : Gantt du TBSc

Tâches	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Recherche de littérature pour le protocole									
Rédaction du protocole									
RDV avec Laurence Vernay, directrice du TBSc									
Remise du protocole 21.12.18									
Elaboration des questions du sondage à présenter au séminaire + question d'éthique									
Préparation du séminaire									
Séminaire de présentation 10-11-21 ou 22.01.19									
Vacances									
Stage 3 ^{ème} bachelor									
Sélection des articles + analyse qualitative									
Lectures des articles									
Analyse des produits									
Rédaction du TBSc									
Vacances									
Séminaire « résultats » 27.05.19									
Adaptation selon les remarques du séminaire									
Séminaire « discussion » 03.06.19									
Adaptation selon les remarques du séminaire									
Relecture par la directrice du TBSc : Fin juin									
Modification selon les commentaires de Laurence Vernay									
Relecture du TBSc par des externes (orthographe, syntaxe, etc.)									
Rendu définitif 31.07.19									
Soutenance : 26.08 – 13.09									

Annexe 2 : Analyse qualité d'articles de RECHERCHE : Voir annexe II du travail de Bachelor

Annexe 3 : Tableau de comparaison de produits : Voir annexe III du travail de Bachelor